



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ville Laitinen

Viemäreiden materiaali- ja kustannus- vertailu rakennusten yleisissä tiloissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikka
Insinöörityö
3.6.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ville Laitinen Viemärijärjestelmien materiaali- ja kustannusvertailu rakennusten yleisissä tiloissa 48 sivua + 2 liitettä 3.6.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	tuotantopäällikkö Heikki Mantila lehtori Hanna Sulamäki
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää perustietous rakennusten yleisten tilojen päivityksestä paloteknisistä ja ääniteknisistä vaatimuksista uusissa asuinrakennuksissa. Työhön on kerätty perustietoja eri putkisto- ja eristemateriaaleista sekä niiden asennustavoista. Tavoitteena oli tehdä soveltuvuustaulukot taloteknisiin putkistoihin, joita tarkastelemalla olisi mahdollista helposti vertailla järjestelmien kustannuksia ja ominaisuuksia keskenään sekä hyödyntää tietoja suunnittelunohjauksessa. Taulukot tehtiin tilaajan Lehto Asunnot Oy:n kanssa ja laskelmissa on käytetty heidän urakoinnissa käyttämiään asennusteknisesti hyväksi havaittuja asennustapoja ja kyseisten järjestelmien hintoja. Teoriaosassa tulkitaan RaMK:n asettamia määräyksiä ja ohjeita rakennuksen paloturvallisuudesta ja ääniympäristöstä sekä tarkastellaan viemäri- ja eristejärjestelmien valmistajien ilmoittamia teknisiä tietoja ja ominaisuuksia.</p> <p>Kustannusvertailussa tarkasteltiin eri liitostapojen ja materiaalien asennuskustannuksien vaikutuksia toisiinsa LVI-TES:n urakkahinnoittelun mukaisesti. Kustannuksia vertailemalla tuli selväksi, että muhviiliitoksilla olevat viemärit ovat selkeästi halvin tapa toteuttaa asennukset materiaalista riippumatta. Kokonaiskustannuksissa tarkasteltiin asennus- ja materiaalikustannuksia eristyksillä tai ilman. Materiaalien hankintahinnat kerättiin sopimuskumppaneiden verkkokaupasta. Järjestelmien massalistat muuttuivat järjestelmäkohtaisesti, esimerkkinä tästä ovat valmistajakohtaiset kaksoismuhvit tai paisuntayhteet. Kokonaiskustannuksia vertailemalla selvisi, että muhviiliitoksilla olevat muoviset dB-viemärit ovat paloeristettyinä halvempi vaihtoehto kuin valurautaiset tai RST-viemärit.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin myös järjestelmien asennustapojen helppoutta ja asennusvirheiden mahdollisuutta valitussa järjestelmässä. Tarkasteltaessa asennustapoja voidaan havaita vanhojen asennustapojen ja materiaalien olevan vaihtoehtoisia ratkaisuja huonompia asennuksien helppouden ja asennusriskejä arvioidessa. Vertailussa on huomioitu kokonaiskustannukset, järjestelmän odotettu elinkaari sekä asennusvirheiden mahdollisuus. Ääni- ja paloteknisesti järjestelmiä vertaillen luotettiin valmistajien ilmoittamiin arvoihin. Arvoja tulkitessa voidaan päätellä muoviviemäreiden tarvitsevan paloeristuksen tiloissa, joissa on palotekninen pintamateriaali luokitus. Ääniteknisesti dB-muoviviemärit High-Spec vastaavat valurautaa. HST/RST-viemäri vastaa ääniteknisesti dB-viemäriä Mid-Spec.</p>	
Avainsanat	dB, viemäri, HST/RST, Mid-Spec, High-Spec, eristys, palo

Author Title	Ville Laitinen Material and cost comparison of sewer systems
Number of Pages Date	48 pages + 2 appendices 3 June 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Constructing
Instructors	Heikki Mantila, Production Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to attain basic information about the updated fire and sound requirements of public spaces in new residential buildings. The information, collected from literary sources, covered various piping and insulation materials and their installation methods. The purpose was to make tables about the suitability of the materials for the building of HVAC pipelines and ducts to allow for easy comparison of the costs and characteristics of the systems and to utilize the data during design control processes.</p> <p>In addition, the final year project compared how different connection methods and material installation affected the costs when using the HVAC collective bargain contract pricing. The comparison showed that drains with sleeve joints were the cheapest way to carry out the installations and material costs with or without insulation.</p> <p>The project studied also the ease of various installation methods and the possibility of installation errors. It was established new solutions were superior to the old ones due to the ease of installation and the differences in installation risks. The comparison took into account the total costs, the expected life cycle of the system and the possibility of installation errors.</p>	
Keywords	dB, sewer, HST/RST, insulation,

Sisällys

Lyhenteet

Käsitteet

1	Johdanto	1
2	Lehto Group Oyj	3
3	Uuden rakennuksen päivittyneet ääni- ja palomääräykset	5
3.1	Vaatimukset ääniolosuhteista	6
3.2	Uudistuneet määräykset paloturvallisuudesta	8
3.2.1	Vaatimukset paloturvallisuudesta	9
3.2.2	Vaatimukset palo-osastoista	9
3.2.3	Yleiset paloturvallisuusvaatimukset ja poistumistiet	14
4	Kiinteistöviemärit	16
4.1	dB-viemäri	17
4.2	HST-/RST-viemärit	19
4.3	Valurautaiset viemärit	20
5	Viemäreiden äänitasot	23
5.1	Desibeliviemärit	23
5.1.1	Wavin	23
5.1.2	Uponor	24
5.1.3	Geberit	24
5.2	Valurauta	24
5.3	HST/RST-viemäri	24
5.4	Materiaalien vertailu toisiinsa	25
6	Viemäreiden palomääräykset	28
7	Eri viemärijärjestelmien asennuskustannukset	29
7.1	Desibeliviemärit	29
7.2	Valurautaiset viemärit	29

7.3	HST-/RST-viemärit	30
7.4	Paloeriste	30
8	Kannattavuuslaskelma	33
8.1	dB-viemäri	33
8.2	HST-/RST-viemärit	33
8.3	Valurauta	34
8.4	Paloeristys	34
9	Kiinteistöviemärien toteutus ja suunnittelu	36
9.1	Asennusvirheiden riskin huomioiminen	36
9.1.1	Valurauta	37
9.1.2	dB-viemärit	38
9.1.3	HST/RST-viemärit	41
9.2	Viemäreiden valinta ja asennettavuus	43
9.3	Palavien materiaalien palosuojaus	43
10	Yhteenveto	45
	Lähteet	47
	Liitteet	
	Liite 1. Kiinteistöviemäreiden vertailussa käytetyt massat ja hinnat	
	Liite 2. Kiinteistöviemäreiden vertailussa käytetyt asennuskustannukset	

Lyhenteet

dB desibeli

HST haponkestävä teräs

LVI-TES lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtotekniikan työnehtosopimus

RaMK ympäristöministeriön ylläpitämä asetuskokoilma lainsäädöstä ja ohjeista
uudis- ja korjausrakentamiseen

RST ruostumaton teräs

Käsitteet

A2-s1, d0 luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, joka osallistuu paloon erittäin rajoitetusti (A), jonka savuntuotto on erittäin vähäistä (s1), tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita tai osia. (d0)
B-s1, d0 luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, joka osallistuu paloon hyvin rajoitetusti (B), jonka savuntuotto on erittäin vähäistä (s1), tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita tai osia. (d0)
C-s2, d1 luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, joka osallistuu paloon rajoitetusti (C), jonka savuntuotto on vähäistä (s2), tarvikkeesta irtoavat palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti. (d1)
D-s2, d2 luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, joka osallistuu paloon hyväksytysti (D), jonka savuntuotto on vähäistä (s2), pisaroiden tai osien tuotto ei täytä (d0) eikä (d1) vaatimuksia. (d3)
D _{FL} -s1 luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, joka osallistuu paloon hyväksytysti (D), lattianpäällysteiden luokat kuvataan merkinnöillä (FL), jonka savuntuotto on erittäin vähäistä. (s1)
K ₂ 10 luokka	Suojaverhousluokka. Tarvike, joka suojaa alla olevaa materiaalia (K ₂), suojausaika on 10 min. (10)
Palonrajoitin (mansetti)	Laite tai rakennusosa, jolla estetään palon leviäminen palo-osastosta toiseen määrätyn palonkestoajan
Äänitasoeroluku	D _{nT,w} mittaluku, joka kuvaa huonetilojen välistä ilmaääneneristystä
Askeläänitasoluku	L' _{nT,w} + C _{1,50-2500} mittaluku, joka kuvaa huonetilojen välistä askelääneneristystä

Keskiäänitaso	$L_{Aeq,T}$ mittaluku, joka kuvaa muun kuin tilapäisen äänen melun voimakkuutta huone- tai ulkotilassa
Enimmäisäänitaso	$L_{AFmax,T}$ mittaluku, joka kuvaa muun kuin tilapäisen äänen ajoittaisen lyhytaikaisen melun voimakkuutta huone- tai ulkotilassa
Jälkikaiunta-aika	T mittaluku, joka kuvaa huonetilan kaiuntaisuutta
Runkoääni	Rakenteen tai muun kiinteän kappaleen melua aiheuttavaa mekaanista värähtelyä
EI 30 -luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, jolla on tiiveys luokitus (E), eristävyys luokitus (I), suojausaika on 30 min. (30)
EI 60 -luokka	Rakennustarvikeluokka. Tarvike, jolla on tiiveys luokitus (E), eristävyys luokitus (I), suojausaika on 60 min. (60)

1 Johdanto

Viemäri- ja vesilaitteet aiheuttavat meluhaittoja suurilta osin asuintaloissa. Laitteiden käyttö aiheuttaa etenkin alimpien kerroksien asuntoihin häiriöitä. Ratkaisuja etsitään uudisasuntorakentamisen kellaritilojen valurautaputkistojen muuttamisesta muovisiin viemäreihin. Tarkoituksena on huomioida kellaritilojen äänimääräykset, palomääräyksien palo-osastojen määräykset sekä tulipalossa tai muussa hätätilanteessa pelastustyötä vaikeuttavien savukaasujen muodostumisen rajoittavien tuotteiden määräykset

Kaikkien materiaaliratkaisumallien on täytettävä ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 uusille rakennuksille asettamat äänitasovaatimukset sekä ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 rakennuksen paloturvallisuudesta. Yllä olevien asetusten lisäksi LVI-asennuksien ja LVI-suunnittelun on täytettävä ympäristöministeriön asetukset 1009/2017 uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta, 1010/2017 uuden rakennuksen energiatehokkuudesta ja 1047/2017 rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista. (2)

Lehto Asunnot Oy toimii tämän opinnäytetyön toimeksiantajana. Yrityksen strategian kannalta valurautaisten viemäriputkistojen materiaalit ja asennustavat ovat vanhanaikaisia, joten vaihtoehtoisten materiaalien ja asennustapojen selvitykselle olisi tarvetta. Järjestelmien asennukset pitäisi voida tehdä mahdollisimman helposti ja asennusriskit minimoimalla. Selvityksen tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää LVI-suunnittelua ohjaavana tekijänä uusissa Lehto Asuntojen rakennushankkeissa.

Kustannustietoa on kerätty viemärijärjestelmien erilaisista asennustavoista LVI- työehtosopimuksen urakkahinnoittelun taulukoista. Asennustapojen kustannuksia vertaillaan järjestelmäkohtaisesti, joko normaaliin muhviemärilliseen muoviviemäriin tai pantaliitoksiseen valurautaviemäriin. Asennuksien helppoudesta ja riskeistä keskustellaan Lehto Asuntojen LVI-asentajien kanssa. Keskusteluiden vastauksien perusteella luodaan näkemys LVI-asentajien mielipiteestä eri viemärimateriaalien asennuksien helppoudesta heidän näkökulmastaan. Lisäksi vertaillaan mahdollisia asennusriskejä eri järjestelmissä.

Työssä käsiteltävien dB-, HST/RST- ja valurautaviemäreiden vertailu ja mallitaulukot toteutetaan suurimmilta osin valmistajien ilmoittamilla teknisillä tiedoilla sekä ominaisuuksilla. Valmistajilta kerättyä tietoa hyödynnetään ja tulkitaan vertailemalla ajantasaiseen ääni- tai palomääräykseen vaihtuvissa tiloissa.

Järjestelmien materiaalien hankinnasta ei pyydetty erikseen tarjouksia valmistajilta, juuri kyseiseen kohteeseen. Vertailut suoritetaan Lehto Asuntojen sopimushinnoin tukkurien verkkokauppapalvelua hyödyntäen. Suoralla kaupalla valmistajalta tai projektikohtaisella kilpailutuksella materiaalien osuus mahdollisesti pienenesi, mutta tällä tavalla hankittu kustannustietous riittää tässä tapauksessa varsin hyvin.

2 Lehto Group Oyj

Organisaation verkkosivuilla kuvaillaan Lehtoa suomalaiseksi rakennusalan konserniksi, joka keskittyy toiminnassaan kehittämäänsä talousohjatun rakentamisen toimintamallin hyödyntämiseen. Kustannushyötyjä pyritään saavuttamaan talousohjatulla rakentamisella. Toteutus ja suunnittelu on integroitu Lehdolla saman katon alle kustannushyötyjen saavuttamiseksi. Lehdon kehittämät rakennusalan innovaatiot perustuvat omien tehtaiden valmistusvalmistukseen, jolla pyritään saavuttamaan kustannushyötyjen lisäksi rakentamisen parempaa laatua. Tehtaissa tehdään valmiita moduuleita, jotka mahdollistavat nopean ja vaivattoman prosessin Lehdolle sekä asiakkaille. Asunnot toteutetaan avaimet käteen-periaatteella projektin suunnittelusta toteutukseen. Lehdon lupaus talousohjasta rakentamisesta on, että aikataulu pitää ja budjetti ei ylitä [kuva 1]. Se on vaikea lupaus alalla, jossa aikataulut ja budjetti yleensä venyvät. (1) Lehdolla on myös kovia laadullisia standardeja projektien luovutuksessa. Muun muassa valmiisiin kohteisiin kiinnitettävät messinkilaatat, jotka sisältävät tunnistetiedot kohteen rakentajasta. Tällä Lehto haluaa näyttää avoimesti ylpeytensä rakentamistaan kohteista.



Kuva 1. Lehto Group Oyj:n strategia piirroksena [1].

Organisaation verkkosivuilla kuvaillaan Lehto Asuntoja innovatiiviseksi rakentajaksi, joka käyttää kohteissaan tuotannon moduulirakentamista, sekä tietomallintavaa suunnittelua. Lehto Asunnot hyödyntää 3D-suunnittelua, modulointia ja automatisoitua omaa tehdas-tuotantoaan rakentamisessa saavuttaakseen kustannustehokkaan, täsmällisen tuotannon ja korkean asiakastyytyväisyyden. Yritys pyrkii maksimoimaan ratkaisujen kustannustehokkuuden myös kustannusohjatulla suunnittelulla. (1)

Lehto Asunnot koostuu kolmesta erillisestä yksiköstä: Putkiremontit, Deco-puukerrostalot ja Nero-kerrostalot. Kuvassa 2 on Deco-puukerrostaloyksikön Kirkkonummelle tekemä puukerrostalo.



Kuva 2. DECO-kerrostalokohteen arkkitehtuuria.

Lehto Group Oyj:n vuoden 2019 tarkempi liikevaihto on 667,7 M€. Liikevaihto pitää sisällään kaikkien kolmen yksikön liikevaihdon lisäksi muiden palvelualueiden liikevaihdon.

3 Uuden rakennuksen päivittyneet ääni- ja palomääräykset

Asetusten uudistamisen tarve on tullut EU:n tavoitteista kehittää rakennusten energiatehokkuutta (direktiivi 2010/31/EU). Tavoitteet EU:ssa johtivat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) muutokseen (958/2012), jonka seurauksena Suomen rakentamismääräyskokoelmien kaikki osat tuli päivittää. Päivittämiselle annettiin aikaa vuoden 2018 alkuun (2).

Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ylläpitää ja päivittää ympäristöministeriö. Rakentamista koskevat asetukset uudistettiin vuoteen 2018 mennessä vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen (958/2012) mukaisesti.

Alkuvuodesta 2018 voimaan tulleiden asetusten 1009/2017, 1010/2017 ja 1047/2017 sisällöt eivät ole vielä kaikilla LVI-alalla työskentelevillä täysin tiedossa. Vaikeuksia on kohteissa, joissa kohde on alkanut ennen uusia määräyksiä, mutta kaupungin viranomaiset sekä kohteiden valvojat tulkitsevat uusia määräyksiä rakennusluvasta poiketen.

Myös päinvastaisia ongelmia on syntynyt uusissa kohteissa. Uudet määräykset eivät ole tiedossa rakennushankkeeseen osallistuvilla, ja näiden tulkinnassa on epäselvyyksiä. Lisäksi epäselvyyksiä on suunnittelussa, miten suunnitellaan ja minkä määräyksen mukaan. Yleisesti alalla on havaittavissa käytäntö, jossa suunnitteluratkaisut etenevät niin kuin aina ennenkin on tehty, ilman laajempaa selvitystä tai tarkastelua vaihtoehtoisista asennus- tai materiaaliratkaisuista.

3.1 Vaatimukset ääniolosuhteista

Uuden asuinrakennuksen asunnossa ja porrashuoneessa on ilma- ja askelääneneristykseen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatettava seuraavia kuvan 3 mukaisia lukuarvoja (2).

Huonetila	Pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ (dB)	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{l, 50-2500}$ (dB)
Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä	55	53
Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen	39	63

Kuva 3. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 4§ (3).

Jos asunto kytkeytyy rakenteellisesti tiloihin, joissa syntyy voimakasta, erityisen häiritsevää tai pienitaajuista ääntä, riittävän ääneneristykseen toteutumiseen on kiinnitettävä suunnittelussa ja toteutuksessa erityistä huomiota. Impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun yhden tunnin keskiäänitaso ei saa ylittää nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä (2).

Sisäänvedettyjen parvekkeiden, viherhuoneiden ja kattoterassien ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääniympäristöstä ei aiheudu asukkaille haittaa (2).

Rakennuksen, jossa on asuntoja, ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä ja impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä, ellei asemakaavasta tule muuta ilmi (2).

Rakennuksen hissien ja taloteknisten laitteiden asennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niiden synnyttämä äänitaso ei ylitä asuntojen asuinhuoneissa tai oleskelutiloissa, saman tai läheisten asuinrakennusten avattavien ikkunoiden tai tuuletusluukujen ulkopuolella, oleskeluun käytettävillä parvekkeilla eikä virkistykseen käytettävillä piha- tai oleskelualueilla kuvan 4 osoittamia lukuarvoja (3).

Huone- ja ulkotila	Jatkuva laajakaistainen ääni	Impulssimainen tai kapea-kaistainen ääni		
	Keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisääni-taso $L_{AFmax,T}$ (dB)	Keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisääni- taso $L_{AFmax,T}$ (dB)
Asuin-, majoitus- tai potilashuone	28	33	25	30
Asunnon keittiö tai rakennuksen harrastustila	33	38	30	35
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43	35	40
Ulkotila	45	50	40	45

Kuva 4. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 5§ (3).

Rakennus, jossa on asuntoja, on suunniteltava ja toteuttava siten, että porrashuoneen ja uloskäytävän jälkikaiunta-aika on enintään 1,3 sekuntia. Virkistykseen käytettävät rakennuksen piha- ja oleskelualueet on suunniteltava ja toteutettava siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 55 desibeliä kello 7–22 ja viherhuoneet siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 45 desibeliä kello 7–22, ellei asemakaavasta tule muuta ilmi (3).

Ympäristöministeriön asetusta 796/2017 on tarkennettu vuonna 2019 maaliskuussa asetuksella 360/2019. Asetuksissa annetut ääniympäristön vähimmäisvaatimukset ovat sitovia uusissa rakennuksissa, mikäli hankkeen lupa on saatu asetuksen voimaantulon jälkeen.

Asetuksien tueksi on tehty Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Ohje toimii tukena asetusten tulkinnassa. Ohjeessa käsitellään rakennusten ääniympäristölle asetettuja vaatimuksia, ääniympäristön suunnittelua ja sitä kuvaavien ominaisuuksien todentamista. Ohjeen tarkoituksena on selkeyttää ja edesauttaa rakennuksen ääniympäristön vaatimustenmukaisuuden toteutumista. Ohjeessa opastetaan niistä ääniympäristön suunnitteluun ja todentamiseen liittyvistä menettelytavoista, joiden avulla

ympäristöministeriön asetuksella 796/2017 säädetty rakennuksen ääniympäristöä koskevat vähimmäisvaatimukset voidaan saavuttaa. (4, s. 2.)

Asetuksessa lukee, ettei jäte- tai hulevesijärjestelmä saa aiheuttaa melua. Melutasot, joita opinnäytetyössä käsitellään, on esitetty kuvassa 4, porrashuone tai uloskäytävä sekä näihin liittyvät jälkikaiunta-ajat.

Ympäristöministeriön mukaisesti rakennuksen harrastetilan (normaalisti kellarissa) enimmäisäänitaso on 38 dB ja porraskäytävässä 43 dB [Kuva 4]. Äänitasoja tarkastellaan normaalisti joko 1,2 tai 1,5 metrin korkeudelta lattiasta.

3.2 Uudistuneet määräykset paloturvallisuudesta

Ympäristöministeriön asetusta rakennusten paloturvallisuudesta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen (5, s. 1). Alkuvuodesta vuonna 2018 voimaan tullut asetus kumosi vanhat rakentamismääräyskokoelmat E-sarjan osalta. Uuden asetuksen pohjana on käytetty rakentamismääräyskokoelmia E1, E2, E4, E7 ja E9. (6, s. 2.) Vanhojen rakentamismääräyskokoelmien velvoittavuus on poistunut. Joitain hyväksi todettuja ohjeita E-luokan vanhoista rakentamismääräyksistä (RaMk E1-E9) pidetään ohjeina hyvään suunnitteluun.

Uusi asetus mahdollistaa paremmin puurakentamisen. Asetus tuo helpotuksia, mutta myös vaatimuksia. Uudessa asetuksessa vaaditaan enemmän suojaverhoukselta ja eristykseltä sekä suositetaan sprinklerijärjestelmän käyttöä rakennuksen palonsuojauksessa. (6, s. 1.)

Uutta asetusta tarkasteltaessa ja tulkitessa on hyvä pitää asetuksen lisäksi esillä ympäristöministeriön rakennusten paloturvallisuuden perustelumistio. Perustelumistiossa on asetusta tukevaa tekstiä, minkä tarkoituksena on helpottaa asetuksen lukemista ja vähentää tulkinnanvaraisuuksia asetuksessa. (6, s. 4.)

3.2.1 Vaatimukset paloturvallisuudesta

Toimivan palontorjunnan ennaltaehkäisevä suunnittelu on yksi tärkeimmistä rakennuksille asetettavista vaatimuksista. Asetuksessa (7, s. 1) on määritelty kohtia, joiden pitää täytyä tulipalon sattuessa:

- Kantavien rakenteiden pitää kestää tietyn aikaa.
- Palon syttyminen ja savukaasujen tuotto rajoitettu, näiden leviäminen on rajoitettu paloalueelle.
- Palon leviäminen seuraavaan rakennukseen on rajoitettu.
- Asukkaat voivat poistua rakennuksesta vaarattomasti tai heidät voidaan pelastaa.
- Taloteknisten ja lämmitykseen käytettävien laitteistojen paloturvallisuus.
- Pelastushenkilöstön turvallisuus.

Paloteknisiä vaatimuksia verrataan palokuormiin. Palokuormat määräytyvät palo-osaston käyttötavan perusteella. Käyttötavaltaan suuresti poikkeavat tilat on oltava omissa palo-osastoissaan. (6, s. 9.) Normaaleissa asuinrakennuskohteissa asuntojen sisällä olevat palokuormat jäävät pientaloissa ja kerrostaloissa normaalitilanteissa alle 600 MJ/m², mutta kellarien irtaimistovarastoissa palokuormat määritellään ryhmään vähintään 600 MJ/m², mutta kuitenkin enintään 1 200 MJ/m². Mainitut arvot vaikuttavat palomitoitukseen. (6, s. 4.)

3.2.2 Vaatimukset palo-osastoista

Rakennukset tulee jakaa palo-osastoihin, mikäli rakennuksen koko, kerroksisuus tai käyttötarkoitus sitä edellyttää. Palo-osastoinnilla rajoitetaan palon ja savun leviämistä, turvataan poistuminen sekä helpotetaan pelastus- ja sammutustoimia. Palon kehittymistä sekä savun leviämistä palon alkuvaiheessa pyritään hidastamaan jaottelemalla rakennuksen tilat palo-osastoihin. (6, s. 8.) [Kuva 5.]

Kerrososastoinnilla muodostetaan rakennukseen eri palo-osastoja. P1- ja P2 paloluokkaan kuuluu rakennuksen eri kerrokset, kellarikerrokset sekä ullakko, P3- paloluokkaan kuuluu useammat kuin yhtä asuinhuoneistoa palveleva kellarikerros. Yksi palo-osasto voi käsittää useampiakin kerroksia. (6, s. 9.)

Pinta-alaosastoinnilla, eli palo-osaston koon rajoittamisella, pyritään minimoimaan palo-vahingot, mikäli palo syttyy osastossa (6, s. 9).

Käyttötarkoituosastoinnilla jaetaan eri palo-osastoihin sellaiset tilat, joissa tilojen käyttötarkoitukset tai palokuormat poikkeavat oleellisesti toisistaan (6, s. 9).

Rakennuksissa voidaan noudattaa erilaisten palo-osastojen yhdistelmiä, esimerkiksi käyttötapaosastointia sekä kerrososastointia. Tällöin on huolehdittava, ettei eri palo-osastojen rajojen läheisyydessä tule ristiriitoja kumpaan osastointi ratkaisuun mikäkin kuuluu. Rajatapauksissa voidaan noudattaa ns. nurkkasääntöä, jolloin osastointi ulotetaan 1 – 2 metrin päähän sisänurkasta. Nurkkaosastointia edellytetään, kun seinien välinen kulma on alle 135° ja luokittelemattomien ikkunoiden ja ovien etäisyysvaatimus ei täyty. (5, s. 24.)

Samaan palo-osastoon voidaan sijoittaa eri tiloja, mikäli tämä ei ole vaaraksi henkilöturvallisuudelle ja mikäli kaikkien tilojen palotekniset vaatimukset täyttyvät. Tällaisia tiloja ovat kokoontumis- ja liiketilat, työpaikatilat sekä majoitustilojen ja hoitolaitosten tilat, yöpymistiloja lukuun ottamatta. (6, s. 9.)

Käyttötarkoitus	Rakennuksen paloluokka ja kerroslukumäärä			
	P1	P2 yli 2 krs. ¹⁾	P2 1–2 krs.	P3
KERROKSET				
Asuinrakennukset	huoneistoittain	huoneistoittain	huoneistoittain	huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset				
- yöpymistilat	800 ²⁾ (1 200 *)	800 ²⁾	800 ²⁾ (1 200 *)	400 ²⁾ (600 *)
- muut tilat	1 600 (3 200 *)	1 200	1 600 (2 400 *)	400 (1 200 *)
Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat				
- 1-kerroksinen	2 400 (24 000 *)	ei mahd.	2 400 (9 600 *)	400 (1 200 *)
- 2-kerroksinen	2 400 (12 000 *)	ei mahd.	2 400 (4 800 *)	400 (600 *)
- yli 2-kerroksinen, työpaikatilat	2 400 (9 600 *)	2 400	ei mahd.	ei mahd.
- yli 2-kerroksinen, myymälätilat	2 400 (4 800 *)	300	ei mahd.	ei mahd.
- yli 2-kerroksinen, muut tilat	2 400 (4 800 *)	1 200	ei mahd.	ei mahd.
Tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 1				
- 1-kerroksinen, yleensä	6 000 ⁵⁾ (60 000 *)	ei mahd.	4 000 ⁵⁾ (36 000 *)	2 000 (12 000 *)
- lämmöneristämätön rakennus	12 000 (60 000 *)	ei mahd.	12 000 (36 000 *)	12 000
- kasvihuone	24 000 ⁵⁾	ei mahd.	24 000 ⁵⁾	24 000 ⁵⁾
- 2-kerroksinen	4 000 ⁵⁾ (24 000 *)	ei mahd.	2 000 ⁵⁾ (12 000 *)	ei sallittu
- yli 2-kerroksinen	3 000 (9 000 *)	ei sallittu	ei mahd.	ei mahd.
Tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 2				
- 1-kerroksinen	2 000 ⁵⁾ (12 000 *)	ei mahd.	1 000 ⁵⁾ (6 000 *)	2 000 *
- yli 1-kerroksinen	1 000 (6 000 *)	ei sallittu	ei sallittu	ei sallittu
Autosuojat				
-maan päällä rakennuksen osana	3 000 ^{3) 5)} (24 000 *)	ei mahd.	3 000 (24 000 *)	400 (3 000 *)
-maan päällä erillinen autosuoja	3 000 ^{3) 4) 5)} (24 000 *)	ei mahd.	3 000 ³⁾ (24 000 *)	1 000 (6 000 *)
-maan alla	1 500 ⁵⁾ (10 000 *)	ei mahd.	1 500 ⁵⁾ (10 000 *)	ei sallittu
ULLAKOT	1 600	1 600	1 600	alapuolisten osastojen mukaan
KELLARIKERROKSET	800 (2400 *)	800 (2400 *)	800 (2400 *)	400 (1200 *)

Ullakot ja yläpohjan ontelot jaetaan 400 m² osiin.
Alapohjan ontelot jaetaan 400 m² osiin, jos tilan pinnat eivät vähäisiä osia lukuun ottamatta täytä D-s2, d2 -luokan vaatimuksia.
¹⁾ Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, lukuun ottamatta 2–4-kerroksista asuinrakennusta, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asuinotain samaan asuinhuoneistoon ja jonka korkeus on enintään 14 m.
²⁾ Palo-osasto on jaettava majoitusluoneittain osiin.
³⁾ Avoimen autosuojajoukon pinta-ala voi olla 50 prosenttia suurempi.
⁴⁾ Enintään viisikerroksisessa avoimessa autosuojassa voidaan enimmäisalaa käyttää kerrosten pinta-aloina, vaikka eri kerrosten väliset ajotiet yhtyvät. Tämä edellyttää kuitenkin, että välipohjien luokka on vähintään REI 60.
⁵⁾ Palo-osaston pinta-alaa voi kasvattaa enintään 50 prosentilla, jos tila varustetaan hätäkeskukseen kytketyllä paloilmoinnilla ja tehokas sammutustyö voidaan aloittaa riittävän aikaisessa vaiheessa.
* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Kuva 5. Ympäristöministeriön asetus käyttötarkoituksen mukainen palo-osaston enimmäisala (neliömetriä) ja palo-osastojen jako osiin (6).

Osastoivien rakennusosien ja siihen liittyvien laitteiden ja varusteiden on estettävä paloa leviämistä palo-osastosta toiseen määräyksien mukaisen ajan (6, s. 10).

Läpiviennit osastoivissa rakenteissa rakenneosan lävitse putkella, roilolla, kanavalla, johdolla, savupiipulla tai hormilla ei saa olennaisesti heikentää rakenneosan palonkestävyyttä (6, s. 12).

Osastoivien rakenneosien vaatimusluokkiin sovelletaan kuvan 6 taulukkoa. Osastoiviksi rakenneosiksi voidaan hyväksyä myös rakennusosa, joka kokonaan tai joltain osalta täyttää vaatimusluokan ainoastaan tiiviyden E osalta. Henkilöiden poistumista ei kuitenkaan saa vaarantaa, eikä palo saa levitä palo-osastosta toiseen palonkestävyysajan kuudessa. Osiin jaotteleavan rakenneosan vaatimusluokka on EI 15. (6, s. 11.)

	Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku sekä palokuormaryhmä MJ/m ²					
	P1			P2 yli 2 kerrosta	P2 1–2 kerrosta	P3
	yli 1 200	600–1 200	alle 600	-	-	-
Kerrokset, yleensä	EI 120 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 90 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 60 ¹⁾	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
- yli 56 metriä korkea rakennus	EI 90, A2 *	EI 60, A2 *	EI 60, A2 *	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
- yläpohja, jos osastoivuusvaatimus	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
- tuotanto- ja varastotilat, palo-vaarallisuusluokka 1, pinta-alaosastointi	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)
- tuotanto- ja varastotilat, palo-vaarallisuusluokka 2, pinta-alaosastointi	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 60, A1 *
- autosuojat, pinta-alaosastointi	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	ei mahd.	EI 60	EI 30
Ullakon osastoivat seinät, pinta-alaosastointi	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30
Kellarikerrokset	EI 120, A2 (EI 90, A2 *)	EI 90, A2 (EI 60, A2 *)	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 30, A2 ³⁾

¹⁾ Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävien osastoivat rakennusosat on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.
²⁾ Huom. 24 §:n 3 momentissa esitetyt vaatimukset.
³⁾ Yhdelle asunnolle kuuluvassa kellarissa luokkavaatimus on EI 30.
A1 Tarvikkeet A1 luokkaa
A2 Tarvikkeet vähintään A2-s1, d0 -luokkaa
* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Kuva 6. Ympäristöministeriön asetus osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset

Paloluokan P2 yksi- ja kaksikerroksisten rakennusten seinä- ja kattopintojen täytyy olla vähintään B-s1, d0 -luokan tarvikkeista tehty rakennuksen sisäpuolella. K2 10 -luokan suojaverhousta ei kuitenkaan edellytetä seuraavissa tapauksissa:

- Lämmöneristeenä käytettävä materiaali on eristävältä osaltaan luokkaa B-s1, d0.
- Seinältä, joka täyttää sisäpinnalta vaatimuksen B-s, d0 ja luokkavaatimuksen EI 15. Ei koske, asuntoja, majoitustiloja tai hoitolaitoksia.
- Asunnon pinnoilta, mikäli lämmöneristeet ovat vähintään D-s2, d2 -luokan eristävältä osaltaan. Palkit ja pilarit täyttävät luokan R 30- ja D-s2, d2. (6, s. 15 – 16.)

Käyttötarkoitus	Pinta	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot	seinät ja katot	D-s2, d2 ¹⁾	D-s2, d2 ⁴⁾	D-s2, d2 ¹⁾
Majoitustilat	seinät ja katot	D-s2, d2	B-s1, d0 ^{4) 2)} (C-s2, d1 * ^{4) 2)})	D-s2, d2
Hoitolaitostilat	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 D _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ D _{FI} -s1	D-s2, d2 -
Kokoonntumis- ja liiketilat				
- enintään 300 m ² palo-osasto: ravintolat, myymälät, koulut, liikuntahallit, teatterit, kirkot, päiväkodit ja päivähoitolaitokset	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2 ⁴⁾	D-s2, d2
- yli 300 m ² palo-osasto: ravintolat, koulut, liikuntahallit, teatterit, kirkot, päiväkodit ja päivähoitolaitokset	seinät ja katot	C-s2, d1 (D-s2, d2 *)	C-s2, d1 ⁴⁾ (D-s2, d2 * ⁴⁾)	D-s2, d2
- yli 300 m ² palo-osasto: myymälät, näyttelyhallit ja kirjastot	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 (C-s2, d1 *) D _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ (C-s2, d1 * ⁴⁾) D _{FI} -s1	B-s1, d0 (C-s2, d1 *) -
Työpaikkatilat	seinät ja katot	D-s2, d2 ¹⁾	B-s1, d0 ^{4) 2)} (D-s2, d2 * ⁴⁾)	D-s2, d2 ¹⁾
Tuotanto- ja varastotilat				
- palovaarallisuusluokka 1	seinät katot lattiit	D-s2, d2 D-s2, d2 D _{FI} -s1	D-s2, d2 ⁴⁾ B-s1, d0 D _{FI} -s1	D-s2, d2 D-s2, d2 -
- palovaarallisuusluokka 2	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1
Autokorjaamot ja -huoltamot, autosuojat	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁵⁾ A2 _{FI} -s1
Ullakot ja yläpohjan ontelot				
- ullakot sekä yläpohjan ontelot, jotka on osastoitu alapuolisesta tilasta	ullakon tai ontelon sisäpinnat	D-s2, d2 ¹⁾	D-s2, d2 ¹⁾	-
- asuinrakennuksen irtaimiston säilytystä tai pyykinkuivausta varten tarkoitettu ullakko	lattiit	D _{FI} -s1	D _{FI} -s1	D _{FI} -s1
- yläpohjan ontelot, joita ei ole osastoitu alapuolisesta tilasta. Vaatimus ei koske lämmöneristeen tuuletusuria.	ontelon sisäpinnat	B-s1, d0 ¹⁾	B-s1, d0 ¹⁾	-
Kellarit	seinät ja katot lattiit	C-s2, d1 D _{FI} -s1	B-s1, d0 D _{FI} -s1	D-s2, d2 D _{FI} -s1
Teknisen huollon tilat	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 D _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ D _{FI} -s1	B-s1, d0 D _{FI} -s1
Kattilahuoneet, syöttöhuoneet ja nestemäisen polttoaineen varastot	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1
Kiinteän polttoaineen varastot	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 A2 _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ A2 _{FI} -s1	D-s2, d2 -
Uloskäytävät ja palosulut	seinät ja katot lattiit	A2-s1, d0 ³⁾ D _{FI} -s1	A2-s1, d0 ³⁾ D _{FI} -s1	B-s1, d0 D _{FI} -s1
Sisäiset käytävät majoitus ja työpaikkatiloissa	seinät ja katot lattiit	B-s1, d0 D _{FI} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ D _{FI} -s1	B-s1, d0 D _{FI} -s1
Saunat ja kylpyhuonetilat	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2

Taulukon vaatimuksia sovelletaan myös putkien, ilmaputkien tai niiden eristeiden pintoihin, jollei näiden määrä ole vähäinen. Putkimaisten eristeiden osalta taulukon arvoja sovelletaan siten, että seinä ja kattoja koskien paloon osallistumista kuvaavan luokan merkintään lisätään alaindeksi L. Savun tuottoa sekä palavaa pisarointia koskevat lisämääräykset pysyvät samoina.

¹⁾ Vähäisiä osia seinäpintoista voidaan verhoja tarvikkeilla, jotka eivät täytä vaatimusta.

²⁾ Vähäisiä osia seinäpintoista voidaan verhoja tarvikkeilla, jotka eivät täytä vaatimusta.

³⁾ Vähäisten rakennusosien pintojen luokkavaatimus on B-s1, d0.

⁴⁾ Kun suojaverho vaaditaan, pintaluokkavaatimus määräytyy suojaverhouksen tarvikeluokkavaatimuksen mukaan.

⁵⁾ Enintään 1000 neliömetrin erillisessä autosuojassa ja rakennuksen osana olevassa enintään 60 neliömetrin autosuojassa luokkavaatimus on kellarikerrosta lukuun ottamatta D-s2, d2.

* Kun tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla

- ei vaatimusta

Kuva 7. Ympäristöministeriön asetukset sisäpuolisten pintojen luokkavaatimuksista (6).

Paloluokan P2 yli kaksikerroksisten rakennusten uloskäytävän, portaiden, porrastasanteiden sekä palosulun on oltava tehty vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista ja verhoiltuna K2 10 -luokan suojaverhouksella. Suojaverhousta ei vaadita vähäisiltä rakennusosilta tai rakennusosilta, jotka on tehty pieniä osia lukuun ottamatta vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista. (6, s. 15 – 16.)

Paloluokan P2 yli kaksikerroksisten rakennusten sisäpuolen pintojen, pois lukien yllä olevat, luokkavaatimus on vähintään A2-s1, d0 tarvikkeiden osalta. Suojaverhouksen osalta vaaditaan K2 30 -luokka. Suojaverhousta ei vaadita rakennusosilta, jotka on tehty pieniä osia lukuun ottamatta vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista eikä ei kantavilta väliseiniltä saman palo-osaston sisällä. (6, s. 15 – 16.)

Suojaverhousta K2 30 ei edellytetä seinän tai katon pinnalta, mikäli kantavien-, osastovien- ja ulkoseinien pinta-ala on enintään 20 prosenttia palo-osastosta. Suojausta ei myöskään edellytetä, mikäli yllä olevilta osilta pinta-ala on yli 20 prosenttia, mutta kantavien- ja osastovien rakenteiden palonkestävyysaikaa on parannettu 30 minuutilla 80-prosenttisesti.

Paloluokan P2 3-4-kerroksisen enintään 14-metrisen asuinrakennuksen sisäpuoliset pinnat voivat olla A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista tehty. Suojaverhouksen on oltava tällöin vähintään K2 10 -luokan sekä pinnat on suojaverhoitava kokonaisuudessaan. (6, s. 15.)

3.2.3 Yleiset paloturvallisuusvaatimukset ja poistumistiet

Rakennus on jaoteltava palo-osastoihin, joihin kuuluu myös poistumistiet ja niiden käytön turvaaminen pelastus- ja sammutustöissä. Rakennuksesta poistuminen tulipalon sattuessa on järjestettävä turvallisesti. Rakennuksesta täytyy olla riittävästi ja sopivalla sijoittelulla uloskäytäviä, jotka ovat helppokulkuisia ja väljiä. Poistumisaika rakennuksesta ei saa olla vaaraa aiheuttavan pitkä. Uloskäytävän täytyy johtaa rakennuksesta ulos maan pinnalle tai riittävän turvalliseen paikkaan. Turvallisena paikkana voidaan pitää esimerkiksi A1-luokan tarvikkeista tehtyä osastoivaa ja riittävän pitkän palonkestävyysajan tasoa, jolta voidaan päästä esteettä kulkemaan ulkotilassa kauemmaksi palokohteesta. Uloskäytävässä tai palosulussa ei saa käyttää tarvikkeita, laitteita tai rakennusosia, jotka

lisäävät palokuormaa ja savunmuodostumista ei hyväksyttävällä tavalla ja täten vaarantavat henkilöturvallisuuden. (6, s. 19.) [Kuva 8.]

Poistumisalueen käyttötarkoitus	Yleensä	Poistumisalue on varustettu savuilmaisuun perustuvalla paloilmittimella tai automaattisella sammutuslaitteistolla	Poistumisalue on varustettu savuilmaisuun perustuvalla paloilmittimella ja automaattisella sammutuslaitteistolla
Poistumisalue, josta on vain yksi uloskäytävä	30 m ^{1) 2)}	30 m ¹⁾	30 m ¹⁾
Hoitolaitosten yöpymistilat	30 m	30 m	30 m
Majoitustilat, hoitolaitosten muut tilat sekä myymälät	30 m	40–50 m ³⁾	45–60 m ³⁾
Muut tilat	45 m ²⁾	50–60 m ³⁾	60–70 m ³⁾

¹⁾ Etäisyyksiä voidaan ylittää 20 prosentilla maanpinnan tasolla olevassa kerroksessa, jos poistuminen hätätilanteessa on mahdollista helposti avattavien ikkunoiden kautta.
²⁾ Rakennusvalvontaviranomainen voi perustellusta syystä edellyttää pienempiä kulkureitin enimmäispituuksia silloin, kun tilan erityisestä käytöstä johtuva poikkeuksellinen riski palon nopeaan syttymiseen ja leviämiseen voi vaarantaa turvallisen poistumisen.
³⁾ Alaraja vastaa enintään kolmen metrin keskimääräistä huonekorkeutta ja yläraja yli 10 metrin keskimääräistä huonekorkeutta. Väliarvot interpoloidaan lineaarisesti.

Kuva 8. Kulkureitin enimmäispituus lähimpään uloskäytävään

Uloskäytävän ja palosulun tilaa palvelevia tarpeellisia sähkölaitteita, kuten valaisimia, pistorasioita ja kytkimiä saa sijoittaa tilaan ilman erityistä suojausta. Erityistä suojausta ei myöskään vaadita edellä mainittujen laitteiden syöttö johtojärjestelmiltä eikä tilaan sijoitetuilta porrashuonetta palvelevalta paloilmittin- ja/tai savunpoistokeskuksesta. Muiden uloskäytävään tai palosulkuun sijoitettavien sähköasennuksien ja johtojärjestelmien suojausluokan täytyy olla vähintään EI30-luokka. Poikkeuksena on sallittavaa käyttää C_{ca}-s1, d1 -luokkaisia kaapeleita vähäisessä määrin ilman erillistä suojausta.

Uloskäytävässä ja palosulussa saa käyttää suojaamattomana A2-s1, d0 -luokan eristeitä. Eristeen pinnan tulee kuitenkin täyttää uloskäytävän pinnoille asetetut vaatimukset. Vaatimukset on esitelty kuvassa 7. (7, s. 33 – 34.)

4 Kiinteistöviemärit

Asuinkiinteistöissä on normaalisti kolme toisistaan erillistä viemärijärjestelmää: jätevesi-, sadevesi- ja radonviemäri. Järjestelmiä ei liitetä normaali tilanteissa toisiinsa mitenkään.

Jätevesiviemärillä tarkoitetaan kiinteistön sisällä olevaa järjestelmää, johon johdetaan asuntojen harmaat ja ruskeat jätevedet. Järjestelmä pitää sisällään tuuletusviemärin, joka viedään normaalisti asuinrakennuksien vesikatolle erilliseen läpivientiin.

Sadevesiviemärillä tarkoitetaan kiinteistön sisällä olevaa järjestelmää, johon johdetaan vesikatolle ja parvekkeille kertynyt sadevesi.

Radonviemärillä tarkoitetaan kiinteistön sisällä olevaa järjestelmää, johon johdetaan rakennuksen maanvaraisen sepelikerroksen radonputkiston tai alapohjan radonputkiston ilma. Järjestelmä pitää sisällään alapohjan putkistot, rakennuksen sisällä kulkevan tuuletusputken ja tuuletusputken läpiviennin vesikatolla.

Rakennuksien viemäreiden äänet koostuvat runkoäänistä ja ilmääänistä. Putkistojen kannakointia parantamalla runkoääniin pystytään vaikuttamaan suurelta osin, mutta ilmääänien tasoon vaikuttavat putkijärjestelmän putkien ja yhteiden ominaisuudet. Normaalisti kannakoinniksi riittää tavalliset kumipäällysteiset putkenpitimet, koska ääniteknisesti haastavimpien sovelluksien, kuten alakaton yläpuolisten viemärointien yhteydessä ilmääänillä on paljon ratkaisevampi vaikutus kuin runkoäänillä. (8, s. 14.)

Monet tai lähes kaikki Suomessa myynnissä olevat dB-putkijärjestelmät ovat yhdistettävissä saman valmistajan normaaliin viemäriputkijärjestelmään. Mikäli valmistajan dB- ja normaalit viemäriputket eivät käy suoraan toisiinsa, valmistajat tarjoavat tarvittavia erikoisvalmisteisia yhteitä järjestelmien yhdistämiseen. (8, s. 16.) Järjestelmien yhteensovitus tuo rakentajalle mahdollisuuksia tehdä erilaisia hybridijärjestelmiä. Esimerkiksi vesikaton tai ullakon tuuletusputkistot sekä rakennuksen ulkopuoliset putkistot voidaan tehdä saman valmistajan normaaleilla viemärituotteilla, mutta ääniteknisesti haastavissa paikoissa voisi käyttää dB-viemärituotteita.

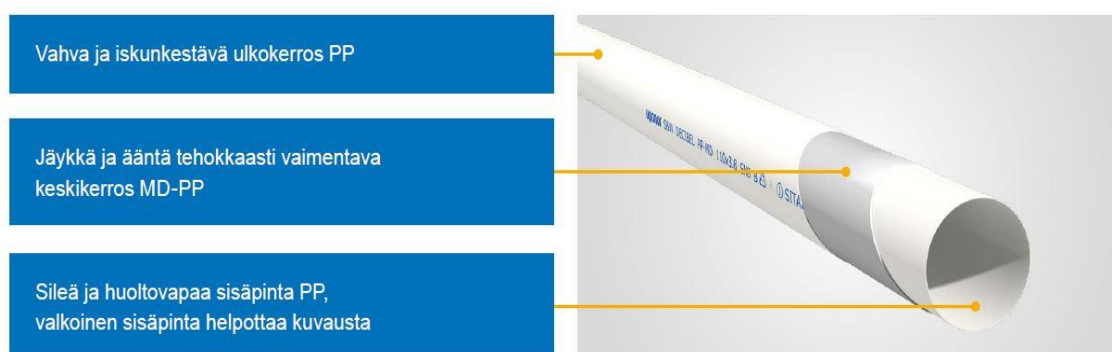
4.1 dB-viemäri

Ensimmäiset uuden ajan ääntä vaimentavat desibeliviemärit tulivat markkinoille vuoden 1990 lopussa. Desibeliviemäreiden käyttö ei kuitenkaan yleistynyt kustannuksien ja puutteellisen tietämyksen takia.

Järjestelmien kysyntään tuli selkeä nousu vuonna 2010, kun rakentamismääräyksiä tiukennettiin. Samoihin aikoihin rakennuttajat ja rakennusten omistajat havaitsivat vanhoissa putkistoissa ongelmia materiaalien kestävyudessa. Ohutseinämäiset valurautaviemärit voivat mennä puhki, jopa muutamassa vuodessa. (21, s. 1.)

Suomen markkinoilla on monia desibeliviemärien valmistajia. Valmistajilta on saatavilla useampaa eri mallia desibeliviemäreistä. Desibeliviemäreitä voidaan jakaa kahteen ääneneneristävyyden luokkaan Mid-Spec ja High-Spec. Mid-Spec-luokan desibeliviemäreitä on käytössä enemmän. Näiden tuotteiden valmistajakohtaiset erot äänitasossa eivät juuri poikkea toisistaan.

Mid-Spec-luokan desibeliviemäreiden äänenvaimennus perustuu pääasiallisesti painavampiin yhteisiin. High-Spec-luokan desibeliviemäreiden äänenvaimennus perustuu painavampiin putkiin ja yhteisiin. Tässä luokassa olevat putket ovat verrattavissa valurautaisiin viemäriin äänenvaimennus ominaisuuksien osalta. Ääntä vaimentavat ominaisuudet ovat dB-viemäreissä mineraalivahvisteinen materiaali ja suunnanmuutoskohtien virtaus suunnittelu. (8, s. 9.) Putken ominaisuuksia on kuvattu tarkemmin kuvassa 9.



Kuva 9. Desibeliviemärin yleinen rakenne Uponor Desibel high spec dB-viemäri

Desibeliviemärijärjestelmän käyttöä on rajoittanut vuosien aikana koetut ongelmat paloteknisessä suojauksessa. Valmistajat ovat tuoneet markkinoille uusia tapoja suojata omia järjestelmiään paloa vastaan. Lähes jokaiselta valmistajalta löytyy ohjeet ja testitulokset omien putkiensa palotekniseen suojaukseen. (13, s. 38.)

Desibeliviemäreiden valmistajilla on tarjolla monia toisistaan eroavia liitosmenetelmiä. Suosituimpana liitosmenetelmänä valmistajasta riippumatta on kuitenkin perinteinen kumitiivisteellinen muhviiliitos. Muhviiliitos on helppo ja nopea tapa yhdistää putket. (13, s. 6.)

Liitos on suunniteltu pitämään viemärijärjestelmän mukaan putken sisällä yli- tai alipaineen. Valmistajat tarjoavat muhvilukkoja järjestelmän lisätarvikkeena, mikäli tarvitaan parempaa paineenkestoa muhviiliitokselliseen viemärijärjestelmään. Esimerkiksi sadevesijärjestelmän on kestävä staattinen painekoe vesikatolle asti. Mikäli sadevesijärjestelmä on suunniteltu normaalilla dB- muhviiliitosviemärijärjestelmällä, niin järjestelmään on asennettava muhvilukot. Muhvilukoille luvataan paineenkestoa kahteen baariin asti. (8, s. 25.)

Muita mahdollisia liitostapoja ovat puskuhitsaus, pantaliitokset tai sähköhitsausmuhvit. Nämä liitostavat tarvitsevat usein erillisen hitsauslaitteen. Näistä vaihtoehtoista yleisin asuinrakentamisessa käytetty liitosmenetelmä on sähköhitsattavat muhviiliitokset.

Sähköhitsattaville viemäreille valmistajat lupaavat paineenkestoa hetkellisesti kolmeen baariin asti, mutta jatkuvalla käytöllä 1,5 bar. Sähköhitsausmuhvilla tehdessä putkia ei voi muuttaa hitsauksen jälkeen. Liitoksesta tulee pitävä, sen pitää pystyä kestäämään niin vedenpaineen säteensuuntaiset voimat kuin pituussuuntaiset voimat. (9, s. 5, 11.)



Kuva 10. Sähköhitsausmuhvin poikkileikkaus

4.2 HST-/RST-viemärit

Suomen markkinoilla ei ole montaa eri HST-/RST-viemäreiden valmistajaa. Käytetyimpänä on Blücherin muhviputkijärjestelmä tai ACO:n muhviputkijärjestelmä. Järjestelmiä voidaan käyttää kaikissa rakennuksen viemärijärjestelmistä. Valmistajilta ovat saatavissa Suomessa yleisesti käytössä olevat viemäriputkikoot. (15, s. 5.) Muhviputkijärjestelmän asentaminen on kevyttä ja nopeaa, sitä voidaan verrata helppoudessaan dB-viemäriin.

HST-/RST-viemärijärjestelmää käytetään harvoin normaalissa asuinkerrostalossa. Järjestelmiä käytetään paikoissa, joissa vaaditaan viemärijärjestelmältä suurta lämpötilan, paineen tai kemikaalipitoisuuden kestoa. Tällaisia paikkoja ovat sairaala-, ravintola-, parkkihalli- tai teollisuuskiinteistöt. Kuvassa 11 on Blücherin RST-muhviputki.



Kuva 11. RST-muhviputki

HST-/RST-viemärijärjestelmän yhtenä suurena etuna on sen paloturvallisuus. Järjestelmää voidaan käyttää paloteknisesti haastavissa rakennuksissa ilman erillistä palosuojausta. (15, s. 7.) Paloteknisesti haastavia asuinrakennuksia ovat korkeat asuinkerrostalot sekä puukerrostalot, joissa HST-/RST-viemärijärjestelmän käyttö on yleistynyt.

Valmistajilla ei ole tarjolla monia liitosmenetelmiä järjestelmän asennukseen, niin kuin dB-viemäriin valmistajilla. HST/RST-viemäreiden suositeltuna liitostapana on kumitiivisteellinen muhviiliitos. Muhviiliitos on helppo ja nopea tapa yhdistää putket. Valmistajasta riippumatta HST/RST-viemäreiden materiaali on metallia, jota voidaan työstää hyvin helposti. Muhviiliitoksen vaihtoehtoisena liitostapana viemärit voidaan liittää toisiinsa normaaleilla HST/RST-metallin hitsausliitoksilla.

Muhviiliitos on suunniteltu pitämään viemärijärjestelmän mukaan putken sisällä yli- tai alipaineen. Valmistajat tarjoavat kahdenlaisia muhvilukkoja järjestelmän lisätarvikkeena. Muhvilukolliselle järjestelmälle luvataan paineenkestoa jopa 10 baariin asti hetkellisesti ja jatkuvaa painetta 3 baaria (15, s. 23.)

4.3 Valurautaiset viemärit

Suomen markkinoilla on muutamia valurautaisen viemäriin valmistajia. Nykyisiä ohutseinäisiä ja paremmin pinnoitettuja valurautaisiaviemäreitä on käytetty standardin EN-877 voimaantulon jälkeen. Standardi tuli voimaan vuonna 1999, ja siinä on luokiteltu putkien pinnoitteen kestävyys ja vaatimukset pinnoitteen pysyvyydestä putken pinnassa, sekä korroosion syntymisestä ulko- ja sisäpuolella. (16, s 1–2.)

Valmistajilta on saatavilla kahden tyyppisiä valurautaviemäri järjestelmiä. Järjestelmät ovat erilliset normaalille jätevedelle ja erityisen aggressiiviselle jätevedelle. Järjestelmät erottuvat toisistaan järjestelmäkohtaisella pinnoitteella. Normaalille jätevedelle tarkoitetut putket ja yhteydet ovat väriltään punertavia ja erityisen aggressiiviselle jätevedelle tarkoitetut putket ja yhteydet ovat väriltään harmaita. (19, s. 5.)

Aggressiiviselle jätevedelle tarkoitetuilla putkilla ja yhteillä on erityisen hyvä pinnoitteen kemiallinen kestävyys, lämmönkestävyys ja se on valmistajan mukaan mahdollista asentaa jopa rakennuksen ulkopuolelle maahan, esimerkiksi pohjaviemäriksi (19, s. 2–5). Äänenvaimennuksen ja muiden ominaisuuksien osalta ei ole vaikutusta sillä, kumpaa järjestelmää käyttää.

Valurauta on perinteisesti ollut pitkään hallitseva materiaali kiinteistöjen viemärijärjestelmiä valittaessa, sen hyvien ääneneristävyyden ja palo-ominaisuuksien ansiosta. Valurautaputki ei normaalissa palossa pala tai sula, eikä valuraudan pinnasta lähde myrkyllisiä palokaasuja. (19, s. 6.)

Valmistajilla ei ole tarjota kuin yksi liitosmenetelmä. Valurautaiset viemärit liitetään toisiinsa pantaliitoksilla. Pantaliittimiä on erilaisia, mutta liitostavaltaan kaikki vastaavat toisiaan. Kuvassa 12 on pantaliitoksilla toisiinsa liitettyjä valurautaisia viemäreitä.



Kuva 12. Uuden ajan valurautaputkien kerroshaaritus

Pantaliittimellä tehty liitos on suunniteltu pitämään viemärijärjestelmän mukaan putken sisällä yli- tai alipaineen. Valmistajat tarjoavat kahta erilaista tapaa järjestelmän

paineenkeston lisäämiseksi. Grip-liitospannalla valmistaja lupaa valurautaiselle järjestelmälle jatkuvaa paineenkestoa 3 baaria. Lisätarvikkeena saatavalla tukipannalla tehtävässä valurautaiselle järjestelmälle luvataan paineenkestoa, jopa 10 baaria DN50–100 (22, s. 1–2.)

5 Viemäreiden äänitasot

Viemäreiden äänitasoja vertaillessa keskityin tarkastelemaan valmistajien antamia arvoja. Tarkastelin arvoja valuraudasta, HST-/RST-viemäreistä sekä dB-viemäreistä. Useimmat valmistajat mittaavat ääniä samassa laboratoriossa Saksan Fraunhoferin instituutti. EN 14366 -standardien mukaisesti testattuja viemäreitä voidaan vertailla äänitasojen osalla toisiinsa tuloksien perusteella. Tulokset eivät ota kantaa erilaisten putkistoversiöiden aiheuttamiin äänitasoihin. (8, s. 10.)

5.1 Desibeliviemärit

Desibeliviemäreiden äänitasojen vertailuun valikoitui valmistajia Suomesta ja Saksasta. Vertailuun valitut valmistajat ovat Lehdon LVI-asentajille tuttuja ja tuoteperheiden tuotteita on saatavilla pääkaupunkiseudun LVI-tukkuliikkeistä nopealla toimituksella.

Eri valmistajien High-Spec-dB-putket ovat laadultaan ja ääneneristävyydeltään perinteisiä muoviputkia huomattavasti parempia. Valmistajien kesken ei ole suuria eroja ääneneristävyydessä siinä, mitä High-Spec-luokan järjestelmää käytetään. Järjestelmiä pitäisi vertailla käyttötarkoituksen mukaan.

Ääneneristävyyden ja muiden ominaisuuksien puolesta Mid-Spec-luokan desibeliviemärit ovat enemmänkin äänioptimoituja järjestelmiä, joiden ääneneristävyys on lähinnä käytettävissä yhteissä, eikä niinkään putkessa. Näitä Mid-Spec-luokan viemäreitä kutsuisin äänioptimoiduksi viemäriksi enkä dB-viemäriksi.

5.1.1 Wavin

Mid-Spec-luokan desibeliviemäri SiTech+ on mineraalivahvisteinen PP-viemäri. Viemäriellä on hyvä äänenvaimennus, joka perustuu lähinnä painavampiin ja äänioptimoituihin yhteisiin. Tätä viemäriä voidaan käyttää, kun halutaan korvata normaali PP-viemäri äänioptimoidulla. (10, s. 3.)

High-Spec-luokan desibeliviemäri Asto on mineraalivahvisteinen PP-viemäri. Viemärillä on huippuluokan äänenvaimennus. Tuote on hyvä vaihtoehto, kun halutaan kokonaisvaltaisesti hyvä dB-viemäri. Putki on tehty ympäristöystävällisestä materiaalista. (8, s. 3–5.)

5.1.2 Uponor

High-Spec luokan desibeliviemäri Decibel on mineraalivahvisteinen PP-viemäri. Viemärillä on huppuluokan äänenvaimennus. Tuotteen massiivisuuden ja vaimennusominaisuuksien ansiosta se soveltuu vaativiin kohteisiin. Tuote on ympäristöystävällinen. (13, s. 5–6.) Putken ominaisuuksia on kuvattu tarkemmin kuvassa 9.

5.1.3 Geberit

Mid-Spec luokan desibeliviemäri Silent-PP on mineraalivahvisteinen PP-viemäri. Viemärillä on äänenvaimennuksen suhteen optimoidut ominaisuudet. Vaimennus perustuu virtausteknisesti optimaalisiin ratkaisuihin sekä painavampiin ja äänioptimoituihin yhteisiin. Tätä viemäriä voidaan käyttää, kun halutaan korvata normaali PP-viemäri äänioptimoidulla. (9, s. 79.)

5.2 Valurauta

Valurautaisella viemärillä on hyvät äänenvaimennus ominaisuudet. Valuraudan ilmasteneristävyys perustuu suureen neliömassaan ja käytettyyn materiaaliin. Äänenvaimennus parantuu käytettävän liitosmenetelmän ansiosta. Liitoksissa käytetään pantaliitoksia, joiden kumitiivisteet estävät putkia koskettamasta toisiaan, joten äänen johtuminen putkiston välityksellä vähenee. (14, s. 3.)

5.3 HST/RST-viemäri

HST/RST-viemärillä on valmistajan mukaan normaalia HDPE-muoviviemäriä paremmat äänenvaimennus ominaisuudet, sekä äänenvaimennus ominaisuudet ovat yhtä hyvät

kuin PVC- tai äänivaimennetulla HDPE-viemärillä. Äänenvaimennus perustuu valmistajan mukaan kannakointien vähyyteen ja viemäriin rakenteeseen. Viemäriputken rakenteen vuoksi putki voidaan kannakoida suoralta osuudeltaan kolmen metrin välein. (15, s. 28.)

5.4 Materiaalien vertailu toisiinsa

Viemäriputkien materiaaleilla on erilaiset ominaisuudet. Materiaalit voidaan luokitella raa'asti kahdella eri tavalla. Palamattomat materiaalit ja palavat materiaalit. Muoviviemärit ja metalliviemärit.

Materiaalin tiheydellä ja seinämänpaksuudella on erityisesti merkitystä järjestelmän ääneneristävyydelle. Kuvassa 13 esitellään opinnäytetyössä vertailuun käytettyjä valmistajia. Tiedot on kerätty valmistajien ilmoittamista esitteistä.

Tuote	Tiheys	Seinämiä	DN-koot	Kemiallinen kestävyys	Lämmönlaajenemiskerroin	Kuuman veden hetkellinen kestävyys	Kuuman veden jatkuva kestävyys	Paloluokka (SFS-EN luokitus)	Sisäinen max jatkuva paineenkesto	mittaustulos EN 14366 2 l/s	mittaustulos EN 14366 4 l/s
	kg/dm ³	mm	mm	pH	mm/mK	°C	°C	EN	Bar	dB	dB
Uponor S&W PP	0,98	1,8-3,4	32-110	2-12	0,06 / 0,14 [°]	100	85				
Wavin Wafix PP	0,91	1,8-4,9	32-160	2-12	0,15				0,5/2 ^{°°}		
Wavin SiTech+	1,3-1,5	1,8-4,9	32-160	2-12	0,12	95	90	E	0,5/2 ^{°°}	12	
Wavin Asto	1,9	2-5,4	58-160	2-12	0,09	100	95		0,5/2 ^{°°}	10	13
Uponor Decibel	1,6	2-5,4	50-160		0,09	100	85			10	14
Geberit Silent-Pro	1,8	3-6	50-150	2-12	0,08	100	90	E	0,5/2 ^{°°}	10	
Geberit Silent-db-20	1,7	3,7-7	56-150	2-12	0,17		60	E			
Saint-Gobain SMU S	7,2		50-200	1-13	0,01	95	80	A2-s1,d0	3-5/5-10 ^{°°}	10	11
Blücher EuroPipe	7,9	1-1,5	40-250	2-12	0,017	100	85	A1-s0,d0	0,5/3 ^{°°}		20

[°]yhteen lämmönlaajenemiskerroin

^{°°}muhvilukkoa käyttämällä saavutettu paineenkesto

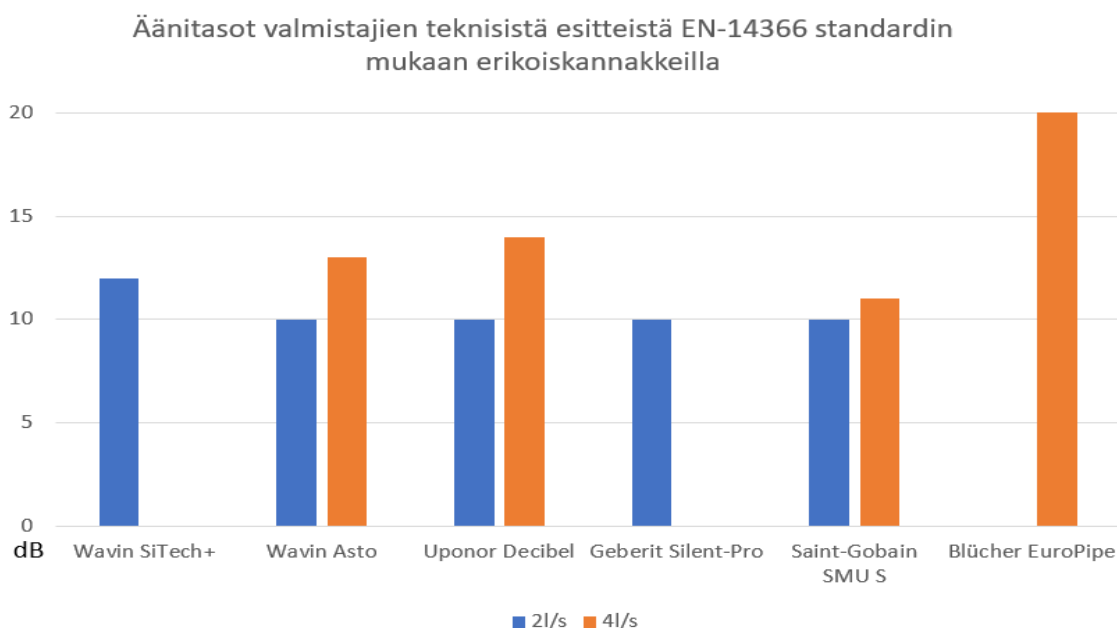
	=PP-muoviviemäri
	=Mid-spec desibeliviemäri
	=High spec desibeliviemäri
	=Valurautaviemäri
	=HST-/RST- viemäri

Kuva 13. Eri valmistajien ilmoittamat tekniset ominaisuudet

Valmistajien esitteistä kootusta taulukosta kuvassa 13 selviää viemäjärjestelmien kemiallinen kestävyys. Kemiallinen kestävyys on kaikilla järjestelmillä todella hyvä. Eroja muovisten- ja metallistenviemäreiden osalla ei ole juurikaan. Samasta taulukosta voidaan tutkia järjestelmien lämmönkestoa hetkellisesti ja jatkuvasti. Merkittäviä eroja ei ole havaittavissa lämmönkestossa muovisten ja metallisten viemäreiden osalla, mutta pieni ero on huomattavissa normaalin valurautaisen- ja Silent-dB-20:n osalta verrattuna muihin viemäriin. Viemärit eivät kestä jatkuvaa suurta lämpötilaa.

Vertaillen muoviviemäreitä metalliviemäriin suurin ero tulee paloturvallisuus luokittelussa. Muoviset viemärit palavat ja metalliset viemärit eivät pala. Metalliset viemärit ovat valmistajasta riippumatta SFS-EN-paloluokituksen mukaan materiaalia A1, s0-d0 tai A2, s1-d0. Metalliset viemärit osallistuvatkin paloon erittäin rajoitetusti, ja savuntuotto on erittäin pientä.

Kaikki muoviviemärit ovat palaviksi luokiteltuja. Viemäreiden paloluokka on valmistajasta riippumatta SFS-EN-luokituksen mukaan E. Tuotteiden palaminen palossa on hyväksyttävää, eikä tarvitse irtoa palavia pisaroita. (7, s. 7.) Valmistajat eivät suoraan ilmoita esitteissään paloluokkaa vaan kuvaavat järjestelmien täyttävän tiettyjä standardeja ja ilmoittavat järjestelmän olevan valmistettu palavasta materiaalista. Valmistajat tarjoavat valmiita ehdotuksia siihen, miten niiden putkijärjestelmät voidaan toteuttaa paloturvallisesti vaativammissakin kohteissa. (8, s. 25: 13, s. 38.)



Kuva 14. Valmistajien ilmoittamat dB-arvot standardin mukaan erikoiskannakkeilla

Valmistajien esitteistä kootusta taulukosta kuvassa 14 selviää viemärijärjestelmien dB-arvot mitkä valmistajat ovat ilmoittaneet teknisissä esitteissä. Taulukkoon on kerätty arvot standardin EN-14366 mukaan. Taulukon mittaukset on tehty äänenvaimentavilla erikoiskannakkeilla, jotka ovat olleet malliltaan Walraven Bismat 1000. Normaaleilla kumi-päällysteisillä kannakkeilla järjestelmien äänitasot ovat korkeammat.

Taulukosta voidaan myös tulkita, että HST-/RST-viemärillä saavutetaan paremmat dB-arvot kuin normaalilla PP-viemärillä. Valmistajat eivät kuitenkaan ole ilmoittaneet kaikkia arvoja, joilla järjestelmä olisi suoraan verrattavissa Mid-Spec-luokan dB-viemäriin äänitasoihin. Järjestelmien kesken ei ole havaittavissa suuria eroja äänitasoissa 2 l/s virtaamalla, koska mittaustuloksen ollessa alle 10 dB, niin testiraporttiin kirjoitetaan tulokseksi <10 dB. Alle 10 dB:n äänitasoilla ei ole merkitystä normaaleissa rakennuksissa. (13, s. 7.)

Taulukosta voidaan huomata pieniä eroja äänitasoissa virtaamalla 4 l/s. Ei kuitenkaan mitään merkittävää eroa. Äänitasoissa valurautainen viemäri yltää dB-arvossa dB-viemäriin High-Spec-luokkaa parempiin dB-arvoihin.

6 Viemäreiden palomääräykset

Rakennusten palo-osastoinnilla pyritään rajaamaan alueellinen palon ja savun muodostus omiin alueisiin. Viemäreiden materiaalien valinta on tärkeää, koska osastojen sisällä ja läpi kulkevat putket eivät saa heikentää palo-osastoa. Mikäli viemärien materiaaliksi valitaan palava materiaali, palo-osastoivaan seinään asennetaan palomansetit, wrap-nauhaa tai putki palosuojataan eristeellä tai koteloinnilla palo-osaston suunnitelman mukaisesti.

Palokatkuotteet ovat kehittyneet valtavasti ja palavaa materiaalia olevat putkistot ovat entistä helpommin osastoitavissa, eikä järjestelmiä suunniteltaessa tarvitse suosia metallisia järjestelmiä. Palokatkosuunnittelija suunnittelee jokaisen kohteen erillisesti ja tekee siitä tarkat detaljit siitä, millä tavoin saadaan paloturvallinen järjestelmä materiaalista riippumatta. Palokatkosuunnittelija ja LVI-suunnittelija tekevät yhteistyötä ja varmistavat, että paloeristys ja palomansetti ratkaisut käyvät valitulle järjestelmälle. Vakiodut ratkaisut eivät käy kaikkien valmistajien putkistojen kanssa yhteen. Normaalisti vain testatut menetelmät hyväksytään. (13, s. 38.)

Metallisille viemäreille ei tarvitse asentaa palomansetteja palo-osastosta toiseen meneviin putkiin. Palo-osaston lävistyksen yhteydessä on putkea kuitenkin paloeristettävä, jotta palotilanteessa palo ei pääse leviämään palo-osastosta toiseen johtumalla metallia pitkin. (15, s. 19: 13, s. 14.)

7 Eri viemärijärjestelmien asennuskustannukset

Erilaisia materiaaleja valittaessa on kiinnitettävä huomiota hankintahinnan lisäksi valittavan järjestelmän asennuskustannuksiin. Asennuskustannuksia voidaankin suoraan verrata LVI- TES:n mukaan.

Asennuskustannuksien lisäksi järjestelmää valittaessa on tiedostettava asennusvirheiden mahdollisuus valitussa järjestelmässä. Tyypillisiä asennusvirheitä ovat esimerkiksi valurautaisen putkiston katkaisukohdan maalaamattomuus ja liitospinnan väärä asennustapa. DB-viemäriputkistoissa tyypillisiä virheitä ovat puolestaan lämpölaajenemisen huomiotta jättäminen asennusvaiheessa sekä dB-putkiston kannakointivirheet. (8, s. 11.)

7.1 Desibeliviemärit

DB-viemärien asennuskustannusten ero tavalliseen PP-muoviviemäriin on LVI-TES:n mukaan prosentteina +20 % normimetriaikoihin. Muuten dB-viemäreiden laskennassa käytetään samaa taulukkoa normituntikertoimista, kuin muhvollisten muoviviemäreiden asennuksessa. Normikertoimien taulukot löytyvät LVI-TES:stä sivulta 111. (11, s. 111.)

Kustannusvertailussa kuvassa 15 on huomioitu dB-viemärien asennuksesta johtuva olosuhdelisä, kun putket asennetaan holvin alapintaan kannakoiden. Tämä lisä on LVI-TES:n mukaan prosentteina +25 % normimetriaikoihin. Taulukon laskelmassa on otettu mukaan myös normaalin rakennuksen haittalisä +7 %.

7.2 Valurautaiset viemärit

Valurautaisten viemärien asennuskustannukset lasketaan eri taulukosta, kuin viemärointikäyttöön tarkoitettu muhviviemäri. Valurautaisen viemärin asennuskustannukset eroavat LVI-TES:n mukaan PP-muhviviemärin normimetritunneista prosentteina DN70-koossa n. +60 % ja DN100-koossa n. +61 %. Normituntikertoimien lisäksi valurautaisella viemärillä tehtäessä asennuskustannuksiin tulee huomattava korotus, kun valurautainen viemäri lävistää holvin. Holvin lävistyksestä maksetaan kytkentäjohtolta DN70–100 0,8

normituntia kytkentäjohtoa kohden. Valurautaisen viemärin normikertoimien ja kytkentöjen taulukot löytyvät LVI-TES:stä sivulta 111. (11, s. 107.)

Asennuskustannuksia laskiessa valurautaisten viemärijärjestelmien putkien tai osien katkaisukohtien maalauksesta on asentajille maksettava hidastelisää, jonka kerroin on 12 % / normimetritunti. Tätä hidastelisää ei löydy LVI-TES:stä, mutta tämän tulkinnan on tehnyt työtuomioistuin päätöksessään TT 2016:90. (12, s. 1–8)

Kustannusvertailussa kuvassa 15 on huomioitu valurautaisen viemärin asennuksesta johtuva olosuhdelisä, kun putket asennetaan holvin alapintaan kannakoiden. Tämä lisä on LVI-TES:n mukaan prosentteina +30 % normimetriaikoihin. Taulukon laskelmassa on otettu mukaan myös normaalin rakennuksen haittalisä +7 % ja haittalisä 12 % putkien maalauksesta.

7.3 HST-/RST-viemärit

HST-/RST-viemärien asennuskustannusten ero tavalliseen PP-muoviviemäriin on LVI-TES:n mukaan prosentteina +10 % normimetriaikoihin. Muuten HST-/RST-viemäreiden laskennassa käytetään samaa taulukkoa normituntikertoimista, kuin muhwillisten muoviviemäreiden asennuksessa. Normikertoimien taulukot löytyvät LVI-TES:stä sivulta 111. (11, s. 111)

Kustannusvertailussa kuvassa 15 on huomioitu HST-/RST-viemärien asennuksesta johtuva olosuhdelisä, kun putket asennetaan holvin alapintaan kannakoiden. Tämä lisä on LVI-TES:n mukaan prosentteina +25 % normimetriaikoihin. Taulukon laskelmassa on otettu mukaan myös normaalin rakennuksen haittalisä +7 %.

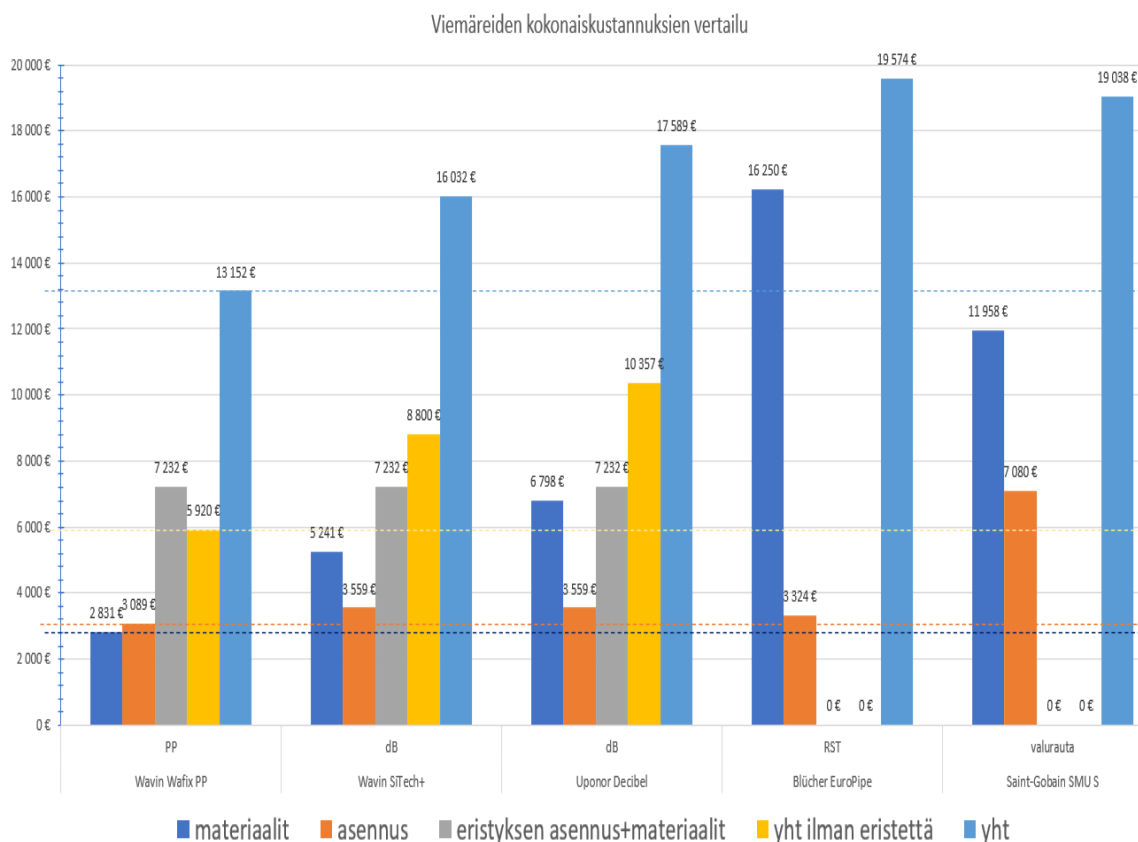
7.4 Paloeriste

Viemäreiden paloeristämisen asennuskustannusten hinnoittelussa on noudatettu LVI-TES:n mukaisia putkieristysalan yksikköhintoja. Viemärijärjestelmät on laskettu eristettäviksi mineraalivillaverkkomatolla putkikoille $\leq 100\text{mm}$ ja $\leq 125\text{mm}$ eristyspaksuuksilla 50 mm / EI 30.

Kustannusvertailussa kuvassa 15 on huomioitu, että viemärijärjestelmien paloeristämisessä voidaan soveltaa valmistajien ilmoittamia menetelmiä. Esimerkiksi Uponor Decibel viemärit voidaan eristää PAROC Hvac Fire -ilmakanavien paloeristysratkaisuilla. Näillä ratkaisuilla saavutetaan palosuojaus ulkopuolista paloa vastaan. Paloeristysratkaisut tulee hyväksyttää paikallisella rakennusvalvontaviranomaisella. (13, s. 25.)

Kustannuksia laskettaessa on määrälaskennassa hyödynnetty PAROCin sivuilta löytyvää paloeriste laskuria. Laskuriin syötetään metrit ja valitaan tarvittava paloluokka. Ohjelma antaa metrien, putken koon ja putken eristuksen paksuuden mukaan tarvittavan määrän eristettä. Ohjelmaan voidaan syöttää eristysmateriaalin hukka. Kustannusvertailussa kuvassa 15 paloeristemateriaalin laskennassa hukkana olen pitänyt 10 %:n hukkarvoa.

Paloluokan kasvaessa suuremmaksi kuin laskennassa käytetty EI 30 -paloluokka asennuskustannuksien ja materiaalien kulut kasvavat. Asennuskustannukset nousevat kokonaisuudessaan +8 % ja materiaalikustannukset +35 %, mikäli asennukset tehdään EI 60 -paloluokan mukaan. (11, s. 129.)



Kuva 15. Viemäreiden asennus-, eristys- ja materiaalikustannusvertailu

Viemäreiden asennus-, eristys- ja materiaalikustannus taulukossa kuvassa 15 ei ole laskettu osastoivan rakennusosan läpi johdetun putken paloteknisestä suojauksesta aiheutuneita asennus- ja materiaalikustannuksia eikä viemärijärjestelmien kannakointiin liittyviä materiaaleja.

Kohteen materiaalit on laskettu rakennuksen yleisissä tiloissa olevaan viemäri järjestelmään, joka kiinnitetään kannakoimalla seinään ja kattoon. Kuva 12 on esimerkkikuva haaroituksesta. Laskelmat eivät perustu täsmällisesti yksittäiseen kohteeseen vaan käytetyt massalistaukset ovat keskimääräisiä arvoja erilaisten kohteiden toteutettavista suunnitelmista.

8 Kannattavuuslaskelma

Kustannusvertailutaulukosta kuvassa 15 käy ilmi, että kustannuksien puolesta pitäisi suosia muovista valmistettuja viemäreitä. Viemäreiden helppo asennettavuus ja materiaalien halpa hinta vaikuttavat kokonaiskustannuksiin merkittävästi, vaikka viemärit olisivatkin paloeristettävä paloturvallisuuden takia.

8.1 dB-viemäri

Työn tehokkuuden ja kannattavuuden osalta muhviilitoksisen dB-viemäriin asentaminen on laskelmien mukaan noin 50 % nopeampaa verrattaessa maalattuihin valurautaviemäriin LVI-TES-kertoimien mukaan. (11, s. 107;111) dB-viemäreiden valmistajat suosittelevat High-Spec-viemäreiden asennuksessa äänenvaimennettuja erikoiskannakkeita, jotta äänenvaimennusominaisuudet pysyvät optimaalisena. Erikoiskannakkeiden sekä viemäreiden erikoismuunnoksien asennuksesta, johtuen asentajalla meneekin dB-viemäristöjen asentamiseen normaalia muhviiviemäristä HT-viemärointiä kauemmin. LVI-TES:n on laskettu dB-viemäriin asennuksesta asennuslisä 20 % / putkimetri (11, s. 111.)

Kustannuksia vertaillessa dB-viemäri asennukset ilman eristettä tulevat normaalia viemärijärjestelmää n. 40 % kalliimmaksi. dB-viemäriin käyttöä voidaankin pitää järkevänä, mikäli järjestelmältä vaaditaan parempaa ääneneristävyyttä, kuin normaalilta muoviviemäriä. dB-viemäri on kustannuksien puolesta halvempi paloeristää, jos kokonaiskustannuksia verrataan valurautaisen viemäriin kokonaiskustannuksiin.

8.2 HST-/RST-viemärit

Työn tehokkuuden ja kannattavuuden osalta muhviilitoksisen HST-/RST-viemäriin asentaminen on laskelmien mukaan noin 52 % nopeampaa verrattaessa maalattuihin valurautaviemäriin LVI-TES-kertoimien mukaan (11, s. 107, 111). HST-/RST-viemäreiden vaikeasta työstettävyydestä, johtuen asentajilla menee HST-/RST-viemäristöjen asentamiseen normaalia muhviiviemäristä HT-viemärointiä kauemmin. LVI-TES:een on laskettu RST-viemäriin asennuksesta asennuslisä 10 % / putkimetri (11, s. 111.)

Kustannuksia vertaillaessa kustannusten vertailu tehtiin ainoastaan RST-viemäreistä. HST-viemärit ovat RST-viemäreitä kalliimpia hankintahinnaltaan, joten ne rajattiin tästä kokonaisuudesta pois. RST-viemäreiden kokonaiskustannukset ovat joukon kalleimmat. Kallis hinta selittyy kalliilla materiaalikustannuksilla, vaikka asennuskustannukset ovat lähes yhtä halvat kuin normaalilla muhviitoksisella muoviviemärillä. Kokonaiskustannuksia tarkastellessa järjestelmän suosiminen normaalissa rakennuksessa ei näytä järkevältä vaihtoehdolta. Mikäli kuitenkin tarvitaan ääniteknisesti ja paloteknisesti parempi ratkaisu kuin normaalilla muoviviemärillä tehtäessä niin ettei paloeristystä ole mahdollista asentaa, tulee RST-viemäri vaihtoehdoksi.

8.3 Valurauta

Työn tehokkuuden ja kannattavuuden osalta pantaliitoksilla liitettävän valurautaisen viemärin asentaminen on laskelmien mukaan 56 % hitaampaa, kuin normaalin muhviitoksisen HT-viemärin. Valurautaisen putkiston asentaminen onkin selkeästi hitainta, ja kustannuksia vertaillaessa valurautainen putkisto on selkeästi kallein asennuskustannuksiltaan. Hankintahinnaltaan valurautainen viemärijärjestelmä on toiseksi kallein.

Valurautaisen putkiston kokonaiskustannukset ovat kalliimmat kuin paloeristetyn High-Spec-dB-viemärin, joten valurautaisen putkiston ääni- ja palotekniset ominaisuudet eivät ole riittävät pitämään valurautaista viemäriä ainoana vaihtoehtona viemärijärjestelmää valittaessa rakennuksen yleisiin tiloihin. Kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa valurautaisen viemärin suunnittelusta pitäisi luopua ja siirtyä vaihtoehtoisiin menetelmiin.

8.4 Paloeristys

Paloteknisesti haastavissa tiloissa on välttämätön paloeristää palavat materiaalit. Paloeristettynä muoviviemärit voidaan asentaa paloteknisesti vaativiin tiloihin. Paloeristäessä mitä tahansa viemäreitä niiden hyvän palosuojauksen lisäksi viemäreiden äänen- vaimennusominaisuudet paranevat huomattavasti eristyksen ansiosta.

Kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa paloeristetyt muoviviemärit ovat halvempi ratkaisu kuin valurautaiset tai RST-viemärit. Muovisten viemäreiden paloeristettävyyden

esteenä on ollut järjestelmän suuri tilantarve. Viemärit kulkevat usein alas lasketun katon yläpuolella tai risteilevät keskenään niin, ettei paloeristäminen ole mahdollista. Paloeristäessä viemäreitä suurimmaksi esteeksi tuleeekin järjestelmien tilantarve eivätkä niinkään kokonaiskustannukset.

9 Kiinteistöviemärien toteutus ja suunnittelu

Kiinteistöviemäreiden toteutus- ja suunnittelumallien ratkaisuvaihtoehdot vaihtelevat tilasta ja kohteesta riippuen. Tämän vuoksi valmiita vakioituja mallitaulukkoja ei voida tehdä. Kohteiden toteutuksessa ja suunnittelussa voidaan kuitenkin huomioida malliratkaisuehdotukset kuvassa 20 sekä kustannusvaikutukset kuvassa 15. Suunnittelussa voidaan ottaa myös huomioon kentältä saatu palaute järjestelmien helposta asennettavuudesta.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on nopeuttaa ja helpottaa LVI-asentajien työtä kiinteistöjen viemäriasennuksissa. Työssä kyseltiin Lehto Asuntojen LVI-asentajien näkemystä valurautaputkistojen asentamisesta verrattuna Mid- ja High-Spec-luokan muhvi- viemäriin. Haastattelut tehtiin Lehto Asuntojen työmailla eri puolilla PK-seutua.

Kyselyn vastauksista nousi selkeästi esiin, että LVI-asentajat suosivat vaihtoehtoisia ratkaisuja valuraudalle sen vaikean työstettävyyden ja raskaan asennettavuuden vuoksi. LVI-asentajat näkivät valurautaisen viemäriin asentamisen ongelmana putkien katkaisupintojen suojamaalauksen ja suojamaalauksen pinnan kuivumisen odottelun. Maalipinnan kuivumisen odottelu ei heidän mielestään sovi LVI-asentajien urakkavauhtiin. Muhviliitoksellisten Mid- tai High-Spec-dB-viemäreiden asennuksessa LVI-asentajat eivät nähneet mitään ongelmia. Muhviliitoksilla olevat viemärit on helppo liittää toisiinsa, eikä aikaa kulu turhaan odotteluun. dB-viemäreiden etuna nähtiin myös se, että ne ovat painoltaan kevyempiä, joten niiden asentaminen on kevyempää.

9.1 Asennusvirheiden riskin huomioiminen

LVI-asentajat pyrkivät tekemään viemäreiden asennustyöt mahdollisimman nopeasti ja ammattimaisesti. Asennuksien yhteydessä saatetaan kuitenkin oikoa työvaiheissa, ja yksi helposti oikaistava työvaihe on valurautaisen putkiston katkaisukohtien maalaus tai maalauksen kuivumisen odottaminen niin, että pinta on täysin kuiva.

Nykyaikainen pinnoitettu valurautaviemäri on poikkeuksellisen arka asennusvirheille, koska pinnoittamattomat kohdat jäävät liitospannan taakse asennuksen ollessa valmiina.

Järjestelmän asennustarkastuksesta ja valvonnasta ei ole suurta hyötyä, koska tarkastelua vaativat kohdat ovat liitospantojen takana ja sen tarkastaminen vaatisi liitospantojen purkamisen.

Valurautaisen putkiston oikea asennus ja pinnoitteen katkeamattomuus ovatkin tärkeimmät tekijät valurautaisen viemäriputkiston eliniässä. Asennusvirheiden takia pinnoittamaton kohta alkaa syöpyä, ja syöpyvää kohtaa on hankala havaita syöpymisen alkaessa. Korroosio pääseekin etenemään nopeasti putkensisäpinnoitteen alla, joka tehostaa syöpymistä.

Pinnoitteen ei tarvitse olla rikkoontunut kuin yhdestä kohtaa ja valurautaisen viemäriputken käyttöikä lyhenee huomattavasti. Väärästä asennustavasta johtuvia ongelmia ei voida tarkkaan tietää, koska järjestelmän asennustarkastus vaatisi liitospantojen purkamisen kaikista liitoskohdista. Asennusvalvontaa ei ole mahdollista tehdä niin, että jokainen liitos tulee tarkastettua työnjohtajan toimesta.

9.1.1 Valurauta

Valurautaistenviemäreiden pinnoitteet ovat pysyneet perusviemäreissä samanlaisina tähän päivään asti vuodesta 1999. Siten 20 vuotta sitten asennetuissa valurautaisissa viemärijärjestelmissä ilmenevät ongelmat ilmenevät luultavasti myös uusien asennusten järjestelmissä ajansaatossa. Uudemman tyyppisen seinämävahvuudeltaan ohuemman pinnoitetun valurautaputken asentaminen on helpottunut, mikäli verrataan vanhaan pinnoittamattomaan valurautaan. Valurautaiset putket ovat ohentuneesta seinämästä huolimatta raskaita asentaa ja hankalia työstää.



Kuva 16. Uuden ajan valurautaputki puhki syöpyneenä

Uuden ajan ohutseinämäiset ja pinnoitetut valurautaiset putket pitää katkaista oikealla katkaisutavalla. Väärin katkaistut valurautaputket ja maalaamattomat katkaisupäät huonontavat järjestelmän korroosiokestävyyttä. (20, s. 2.) Pahasti syöpyneitä kohtia onkin löydetty juuri liitoskohdista liitospantojen alta. [Kuva 16.]

Valmistaja muutti putkien leikkauskohtien maalaamisen suosituksesta välttämättömäksi vasta vuonna 2012 (12, s. 3). Tästä voidaan olettaa, että ennen vuotta 2012 asennetuissa valurautaisissaviemärijärjestelmissä ei ole maalattu leikkauskohtia, poikkeustapauksia lukuun ottamatta.

9.1.2 dB-viemärit

Muhviliitoksisen dB-viemärin asentamisessa ei suuria virheitä pääse tapahtumaan liitoksia valmistellessa. Putket ovat muovia, ja muovisen viemäriputken työstäminen on helppoa eikä siihen tarvitse erikseen erikoistyyökaluja. dB-viemärin asennusvaiheen riskinä voidaan kuitenkin pitää järjestelmän lämmönlaajenemisvarojen huomiotta jättämistä tai väärää kannakointitapaa.

Valmistajien ohjeistuksen mukaan dB-viemärin asennusvaiheessa pitäisi lämmönlaajenemisvara huomioida putken liittämisen ja kannakoimisessa. Lämmönlaajenemisvaran huomioimiseen on kahdenlaisia ohjeistuksia.

Lämmönlaajenemiskertoimen mukaan lasketaan asennusvara liitosmuhvin pohjaan kaavan (1) avulla. Kaava on esitetty kuvassa 17. Putkea ei siis asenneta täysin muhvin pohjaan vaan vara jätetään asennuksessa muhviliitokseen. Esimerkilaskelma muhviliitoksen varasta Wavin Asto -dB-putkessa. Viemäriputken pituudella 3 m asennuslämpötilassa 10 °C ja suurimman viemäriin laskettavan lämpötilan 60 °C lämpötilaeroksi tulee 50 °C. Kaavaan syöttämällä numerot ja kertomalla numerot keskenään saadaan arvoksi 13,5 mm. Tämän verran pitää asennusvaraa varata lämpötilan aiheuttamaan putkiston laajenemiseen. Yhden muhviliitoksen lämpölaajenemisvara riittää maksimissaan 15 mm lämpölaajenemiseen putken koossa 75 mm ja 110 mm. (13, s. 11.) Lämpölaajenemisen huomioiminen muhviliitoksessa pitää kuitenkin selvittää valmistajakohtaisista ohjeista.

$$\Delta l = a * l * \Delta T \quad (1)$$

, jossa

Δl on lämpölaajenemisen aiheuttama pituusmuutos (mm)

a on lämpölaajenemiskerroin (mm/m.K)

l on putkiston pituus (m)

ΔT on lämpötilaero (K)

kaavaan 1 sijoitetaan

$$\Delta l = 0,09 \frac{mm}{mK} * 3m * (60^{\circ}C - 10^{\circ}C)$$

, josta saadaan

$$\Delta l = 13,5mm$$

$$\Delta l = a \times l \times \Delta T$$

Δl = Lämpölaajenemisen aiheuttama pituusmuutos (mm)

a = Lämpölaajenemiskerroin (mm/m.K)

l = Putkiston pituus (m)

ΔT = Lämpötilaero (K)

Wavin kiinteistöviemäreiden lämpölaajenemiskertoimet ovat:

Wavin Wafix HT/PP: 0,15 mm/mK

Wavin Asto dB: 0,09 mm/mK

Wavin SiTech+: 0,12 mm/mK

Kuva 17. Wavinin ilmoittamat lämpölaajenemiskertoimet ja laskentakaava

Toinen vaihtoehto lämpölaajenemisen hallitsemiseen on asentaa paisuntamuhveja järjestelmän putkiin. Wavin suosittelee käyttämään paisuntamuhveja sen Asto dB-viemäreiden kanssa. Paisuntamuhvit pitäisi asentaa vähintään kolmen metrin välein. Paisuntamuhvia voidaan käyttää korvaamaan normaali kaksoismuhvi. Paisuntamuhvi tasaa lämmönlaajenemisen ja parantaa järjestelmän ääniominaisuuksia. (8, s. 15.) [Kuva 18.]



Kuva 18. Wavinin paisuntamuhvin asennus

Viemäriputki pääsee elämään muhvin sisällä tarvittavan verran, eikä erillistä asennusvaraa tarvitse huomioida muhviitoksissa. Paisuntamuhvia asentaessa tulee huomioida muhvin oikea asennussuunta.

Mikäli järjestelmiin, joissa lämpölaajeneminen on huomattavaa, ei huomioida asennusvaroja tai asenneta paisuntamuhveja, riskinä on järjestelmän vaurioituminen. Lämpölaajenemisen huomioiminen onkin välttämätöntä.

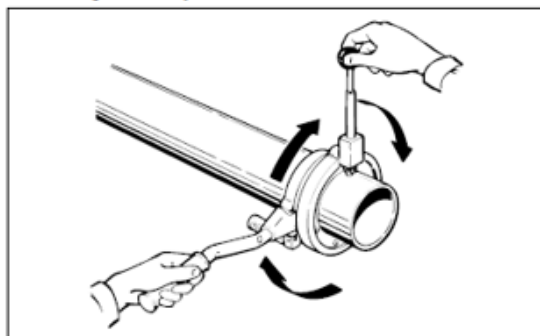
9.1.3 HST/RST-viemärit

Muhviliitoksisen HST/RST-viemärin asennukseen liittyy muutamia riskejä, jotka poikkeavat vertailussa olleista viemäreistä. Järjestelmän viemärit ovat metallia, ja metallisen viemärin katkaisussa tarvitaan järjestelmälle tarkoitettua erityistä putkileikkuria, joka on esitetty kuvassa 19. (15, s. 14.)

■ Sähkökäyttöinen putkileikkuri



■ Käsikäyttöinen putkileikkuri



Kuva 19. Blücher HST/RST-viemäreiden katkaisulaite

Mikäli järjestelmän putket katkaistaan valmistajan ohjeistuksen vastaisesti esimerkiksi kulmahiomakoneella tai puukkosahalla, putken asennuksessa on riskinä vaurioittaa muhviliitoksen huulitiivisterengasta.

Kiinteistöviemärien valintataulukko

Tilan palo- ja äänitekniset vaatimukset	Normaali viemäri	Mid-Spec dB viemäri	High-Spec dB viemäri	RST
Ei palo- tai äänivaatimuksia	X	X	X	X
Ei palovaatimuksia, lievä äänivaatimus	X	X	X	X
Ei palovaatimuksia, suuri äänivaatimus	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, ei äänivaatimusta (tilaa eristeelle)	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, ei äänivaatimusta (ei tilaa eristeelle)	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, lievä äänivaatimus (tilaa eristeelle)	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, suuri äänivaatimus (tilaa eristeelle)	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, ei äänivaatimusta (ei tilaa eristeelle) luokitellaan pieneksi osaksi palokuormaa ja saa palaa	X	X	X	X
Paloluokka ja pintamateriaalivaatimus, suuri äänivaatimus (ei tilaa eristeelle) luokitellaan pieneksi osaksi palokuormaa ja saa palaa	X	X	X	X

 Ei paloeristettä
 Paloeristetty
 Ei tilaa eristeelle
 Ei tilaa eristeelle ja sallitaan palaa

Kuva 20. Kiinteistöviemäreiden mallivalintataulukko

Viemärit ovat mallitaulukossa muhviitoksellisia viemäreitä. Mallitaulukkoa hyödyntämällä voidaan helposti saada selville tarvittu järjestelmä, kunhan tiedetään mihin tilaan viemäri sijoittuu ja mitkä ovat tilan palo- ja äänivaatimukset. Taulukossa on pyritty tuomaan ilmi erivaihtoehtoja erilaisiin tilanteisiin ja tiloihin. Esimerkiksi jos tilassa ei ole äänivaatimusta eikä viemärin paloeristäminen ole mahdollista tilan takia, järjestelmäksi valikoituu RST-viemäri.

Taulukko ei ota kantaa viemärivalmistajan valintaan vaan on yleispätevä valittaessa rakennusten yleisiintiloihin viemärijärjestelmää. Valintataulukosta on jätetty valurautainen viemäri kokonaan pois, koska työssä on tulkittu, ettei sen asentaminen ole kustannuksien puolesta kannattavaa. Lisäksi valurautaisen viemärin asennuksessa on tulkittu olevan selkeitä riskejä, jotka ovat hankalasti havaittavissa jälkikäteen.

Kuvan 20 kiinteistöviemärin valintataulukko on tehty tämän opinnäytetyön osana helpottamaan suunnittelunohjausta uusissa kohteissa. Taulukon tulkinnot ovat opinnäytetyön tekijän omia johtopäätöksiä opinnäytetyössä käsitellyistä asioista ja kustannusvaikutuksista.

9.2 Viemäreiden valinta ja asennettavuus

Viemärijärjestelmän valinnassa ja suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota järjestelmien nopeaan ja helppoon asennettavuuteen. Järjestelmä pitää valita niin, että ennaltaehkäistään työmaalla syntyviä asennusvirheitä. Järjestelmän pitää olla myös monikäyttöinen ja mielellään samalta valmistajalta. Samaa valmistajaa käytettäessä putkistojen yhteensopivuudesta ei ole epäselvyyksiä, ja mahdollisissa takuukysymyksissä ei tule ongelmia.

Helposti asennettavana viemärijärjestelmänä voidaan pitää kaikkia muhviilitoksilla toisiinsa liitettäviä järjestelmiä. Hankalan asennettavuuden ja suuren asennusvirheriskin välttämiseksi valurautaisen viemärijärjestelmän käytöstä pitäisi luopua kokonaan ja tehdä järjestelmät korvaavilla menetelmillä. Valurautaisen viemärijärjestelmän korvaamista toisilla materiaaleille voidaan pitää perusteltuna kustannusvertailutaulukon mukaan, joka on esitetty kuvassa 15.

9.3 Palavien materiaalien palosuojaus

Käytettäessä dB-viemäriä tai muoviviemäriä niiden palosuojausratkaisut vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Suoraan ei pystytä tekemään yksinkertaista taulukkoa, josta voisi tarkastella vakioratkaisuja, jotka toimisivat kaikilla viemärivalmistajilla. Järjestelmien palosuojaus pitääkin tarkastella valitulle järjestelmälle erikseen.

Valitun järjestelmän mukaan valitut palosuojausratkaisujen pitää olla hyväksytty juuri kyseiselle valmistajalle ja viemäryypille. Näiden lisäksi palosuojausratkaisuista pitää olla löydettävissä läpivientiratkaisuja erilaisiin tilanteisiin, esimerkiksi puu- tai betonivälipohjan paloläpivientiratkaisut.

Valmistajat kertovat esitteissään vaihtoehtoja palavaksi luokiteltujen viemäreiden palosuojaukseen. Ehdotukset ovat samoja suojausmenetelmiä kuin rakennus- tai ilmanvaihdotuotteiden suojauksessa. Hyväksi havaittuja menetelmiä palosuojaukseen on: paloluokitellulla eristeellä putkien eristäminen, rakentamalla riittävä rakenteellinen suojaus esimerkiksi kotelointi tai tilassa, jossa ei ole paloturvallisuuteen luokiteltuja vaatimuksia pintamateriaalilta niin palosuojaukseksi riittää läpivienneissä käytettävät palossa laajenevat palomansetit tai wrap-nauha.

Eristys ja kotelointi suojaavat paloa viemärin ulkopuolista paloa vastaan. Eristyksen ja koteloinnin palosuojauksen pintamateriaalien luokkavaatimukset täyttyvät, kun suojaus tehdään luokitelluista materiaaleista. Palosuojauksessa käytettävien materiaalien pintojen luokkavaatimukset ovat pääsääntöisesti A1 tai A2-s1, d0.

Mikäli palavasta materiaalista valmistetut viemäriputket täytyy asentaa tilaan, jossa on pintamateriaalien luokkavaatimuksia niin, niiden pinta voidaan jättää palosuojaamatta erikoisehdoin. Palosuojaamattoman pinnan katsotaan käytävämäisessä tilassa olevan vähäisen, kun palolle altistuvien vaipan pintojen ala on alle 20 % katon pinta-alasta. Tällöin viemäriputket voidaan tulkita pieneksi osaksi palokuormaa ja sen palaminen sallitaan. Näiden tilojen osalta pitää kuitenkin varmistaa paloläpivientien tiiveys osastoivien rakenteiden läpi sekä hyväksyttää materiaalien valinnat palosuunnittelijalla ja rakennusvalvonnassa.

Muovista valmistetut viemärit ovat palavaa materiaalia, mutta järjestelmän palosuojauksessa tarvittavat materiaalit eivät näy suoranaisesti LVI-urakassa, mikäli järjestelmä suunnitellaan toteutettavaksi palokatkojen osalta palossa laajenevalla palomansetilla tai wrap-nauhalla. Kustannusvaikutus ei näy LVI-urakassa, koska normaalisti palokatko-asentajana toimii erillinen urakoitsija ja se tekee muitakin tarvittavia palokatko-/mansettiasennuksia kuin LVI-läpiviennit. Kustannukset näkyvätkin kohteiden kokonaiskustannuksissa.

Palavasta materiaalista tehtyjen viemäreiden tai muiden paloeristystä vaativien LVI-järjestelmien osalta kustannukset näkyvät LVI-urakan hinnassa. Paloeristysten materiaali- ja asennuskustannus voi olla jopa kalliimpi kuin putken materiaali- ja asennuskustannus. Materiaaliratkaisuja tarkastellessa kokonaisuus pitää kuitenkin aina huomioida, eikä paloeristysten kustannuksia voi verrata suoraan putken asennuskustannuksiin.

Rakennushankkeen kokonaiskustannuksia arvioidessa halvimmaksiksi vaihtoehdoksi tulisi suunnitella järjestelmät muovisillaviemäreillä ja teettää läpivientien palomansetti asennukset LVI-asentajalla. LVI-asentajan asentamana palomansettien asennus viemäriputkien asennuksien yhteydessä säästäisi työvaiheessa aikaa ja sitä kautta myös rahaa. Putkien asennuksen yhteydessä asennetut palomansetit ovat myös paremmin asennettuja, koska LVI-asentaja asentaa mansetit itse. Tällöin asentaja ottaa huomioon tarkemmin kaikki palomansetin asennusohjeet ja etäisyysvaatimukset. Mikäli putken asennusvirheen vuoksi putken ympärille ei mahdu mansettia, yksi ja sama asentaja voi korjata viemäriputken ja palomansetin asennuksen.

10 Yhteenveto

Lainsäädäntöä koskevan kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että tulkinnanvaraisia kohtia löytyy ja lainsäädännön tulkinta jää kohteen rakennusvalvonnan viranomaisille. Viranomaisilta ei ole vielä tullut selkeää linjausta siitä, onko desibeliviemäreiden asennus ilman paloteknistä suojausta mahdollista palo-osastojen sisällä kaikissa tapauksissa vai ei. Tietoisuuden ylläpitäminen lainsäädännön muutoksista ja voimassa olevista menettelyistä vaatiikin jatkuvaa paneutumista asioihin. Selkeää kiinteistöviemäriin valintataulukkoa, joka pätee jokaisessa hankkeessa, ei voida tehdä, koska hankkeet eroavat toisistaan hyvin paljon vaatimuksiensa puolesta.

Työssä pyrittiin kehittämään ja yksinkertaistamaan rakennusten kiinteistöviemärijärjestelmän valintaa palosuojauksen, äänimääräysten, asennettavuuden, rakennuksen elinkaaren ja kokonaiskustannusten pohjalta. Näiden osalta tehtiin järjestelmien valintaa helpottavat mallitaulukot, joita voidaan pitää onnistuneina.

Kokonaiskustannuksia, asennettavuutta, elinkaarta ja ääniteknisyyttä tarkastellessa muhviilitoksellinen High-Spec-luokan dB-viemäri voittaa kaikki vertailuun osallistuneet viemärityypit. Mikäli vertailun tarkasteluun lisätään tarkastelut palomääräysten osalta, tällöinkin muhviilitoksinen High-Spec-dB-viemäri paloeristettynä tulee kannattavaksi vaihtoehdoksi.

Kokonaisuuksien vertailu ja työn rajaaminen tiettyyn muottiin teettivät työtä. Järjestelmiä valittaessa pitää ottaa todella monta asiaa huomioon. Yhden asian muuttaminen vaikuttaa toiseen, joka taas vaikuttaa kolmanteen. Työn painopisteenä pyrittiin pitämään vaihtoehtoisten putkistoratkaisujen löytäminen valurautaiselle viemärielle.

Lähteet

- 1 Rakennusalan innovatiivinen uudistaja. 2019. Verkkoaineisto. Lehto Group Oyj. <www.lehto.fi/yritys/>. Luettu 09.01.2020
- 2 Suomen rakentamismääräyskokoilma. 2019. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma>. Luettu 6.1.2020
- 3 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. 796/2017.
- 4 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta. 2019. 360/2019.
- 5 Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Meluntorjunta_ja_aaniolosuhteet>. Luettu 2.1.2020
- 6 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 848/2017.
- 7 Perustelumuistio ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus> Luettu 2.1.2020
- 8 Ääntä vaimentava viemärointi Wavin Asto dB. 2018. Verkkoaineisto. Wavin Suomi. <<https://www.wavin.com/fi-fi/tiedostot?systems=S029>>. Luettu 5.1.2020
- 9 Geberit tekninen esite, viemärijärjestelmät.2015. Verkkoaineisto. Geberit Suomi. <<https://www.geberit.fi/geberit-tuotteet/viemaerijaerjestelmaet/putkistot/geberit-silent-db20/>>. Luettu 20.1.2020
- 10 Ääntä vaimentava viemärointi Wavin SiTech+.2018. Verkkoaineisto. Wavin Suomi. <<https://www.wavin.com/fi-fi/tiedostot>>. Luettu 10.4.2020
- 11 Talotekniikka-alan työehtosopimus 1.5.2018–30.4.2020. 2018. Verkkoaineisto. Rakennusliitto. <<https://rakennusliitto.fi/document/talotekniikka-alan-tyoehtosopimus-1-5-2018-30-4-2020/>>. Luettu 3.1.2020
- 12 Tuomioistuimen päätös TT2016:90. 2016. Verkkoaineisto. Työtuomioistuin. <<https://www.tyotuomioistuin.fi/fi/index/tyotuomioratkaisut/tyotuomioratkaisut/1475819022795.html>>. Luettu 29.1.2020

- 13 Decibel- ja HTP-kiinteistöviemäröinnin käsikirja. 2019. Verkkoaineisto. Uponor. <<https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/kiinteistoviemarointi/decibel-jarjestelma>>. Luettu 20.1.2020
- 14 SMU-viemärijärjestelmät äänitekkinen suunnittelu ja asennus. 2018. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 20.1.2020
- 15 BLÜCHER europipe tekninen käsikirja. Verkkoaineisto. Blücher. <<http://www.blucher.fi/fi/esitteet/tuoteluettelot/>>. Luettu 20.1.2020
- 16 EN-877 Standardi. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 20.1.2020
- 17 Väärälä, Jouko. 2015 2000-luvun valurautaviemäreiden ongelmat sairaalaympäristössä. Insinööritoimisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 18 Valurautaviemärin esittely. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 9.2.2020
- 19 SMU plus-viemärintijärjestelmä. 2018. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 9.2.2020
- 20 SMU-viemärijärjestelmien asennus. 2019. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 12.3.2020
- 21 Viemärin valurauta vaihtuu muoviin. 2018. Verkkoaineisto. Geberit Suomi. <<https://www.geberit.fi/local-media/brochures-downloadcenter/viemarin-valurauta-vaihtuu-muoviin.pdf?lang=fi>>. Luettu 10.4.2020
- 22 CE-merkityt liitospennat ja kannakkeet. 2018. Verkkoaineisto. Saint Gobain. <<https://www.pamline.fi/materiaalipankki/asennus-ja-huolto-ohjeet>>. Luettu 10.4.2020

Kiinteistöviemäreiden vertailussa käytetyt massat ja hinnat

Vertailussa käytetyt massat

Tarvikkeet: valurauta, muovi, dB, RST, eriste	kpl	PP-muhviviemäri	Mid-Spec dB viemäri *	High-Spec dB viemäri	RST	Valurauta
75x88,5 **						
110x88,5 **						
75x45 **						
110x45 **						
75x75x45 **						
110x110x45 **						
110x75x45 **						
KAKSOISMUHVI 75						
KAKSOISMUHVI 110						
PISTOYHDE 75						
PISTOYHDE 110						
75x3000 **						
110x3000 **						
PUHDISTUSYHDE 110 **						
Paisuntamuhvi 110						
Panta 1 os **						
Panta 2 os **						
PAIKKAMAALI 0,5L PUN.						
Yhteensä		2 831 €	5 241 €	6 798 €	16 250 €	11 958 €
Asennuskustannukset		3 089 €	3 559 €	3 559 €	3 324 €	7 080 €
Materiaalit ja asennuskustannus		5 920 €	8 800 €	10 357 €	19 574 €	19 038 €

*yhteitä ei ole mahdollista saada +/- osana. Liittämiseen tarvitaan enemmän kaksoismuhveja

**putkikoko DN 100 ja DN 70

Kiinteistoviemäreiden vertailussa käytetyt asennuskustannukset

Putkieristysurakan yksikkö	4,77
Urakan normituntikerroin 2019	17,7406
haittaisuus 7%	
Haittaisuus	7 %
Asennus	
DB	3559,2079
HST/RST	3324,1449
Valurauta	7080,0888
Normaali	3089,082

1krs		
Viemäri		Pr.€/h
DB viemärien asennus		17,7406
v110		1800,6709
v75		1607,741875
kytkentä 75		0
tarkastusputki 100		150,7951
		3559,207875
1krs		
Viemäri		€/h
HST-/RST-viemärit		17,7406
v110		1676,4867
v75		1496,863125
kytkentä 75		0
tarkastusputki 100		150,7951
		3324,144925
1krs		
Viemäri		€/h
Valurauta		17,7406
v75		2306,278
v110		2594,56275
kytkentä 75		709,624
kytkentä 100		709,624
Maalauslisä		760,00
		7080,08875
1krs		
Viemäri		€/h
Normaali		17,7406
v110		1552,3025
v75		1385,984375
Tarkastusputki 100		150,7951
Palomatolla EI30 / 50mm		
Paloeristys 100		954
Paloeristys 125		1025,55
Paloeristys t-haara		1435,77
Paloeriste materiaali EI30/50mm		3817
Palomatolla EI60 /80mm		
Paloeristys 100		1037,475
Paloeristys 100		1120,95
Paloeristys t-haara		1569,33
Paloeriste materiaali EI30/50mm		5850
		3089,081975